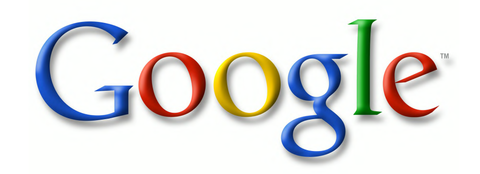


This is a digital copy of a book that was preserved for generations on library shelves before it was carefully scanned by Google as part of a project to make the world's books discoverable online.

It has survived long enough for the copyright to expire and the book to enter the public domain. A public domain book is one that was never subject to copyright or whose legal copyright term has expired. Whether a book is in the public domain may vary country to country. Public domain books are our gateways to the past, representing a wealth of history, culture and knowledge that's often difficult to discover.

Marks, notations and other marginalia present in the original volume will appear in this file - a reminder of this book's long journey from the publisher to a library and finally to you.

**Usage guidelines**

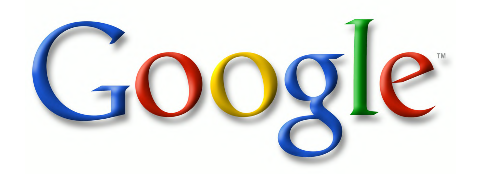
Google is proud to partner with libraries to digitize public domain materials and make them widely accessible. Public domain books belong to the public and we are merely their custodians. Nevertheless, this work is expensive, so in order to keep providing this resource, we have taken steps to prevent abuse by commercial parties, including placing technical restrictions on automated querying.

We also ask that you:

+ *Make non-commercial use of the files* We designed Google Book Search for use by individuals, and we request that you use these files for personal, non-commercial purposes.
+ *Refrain from automated querying* Do not send automated queries of any sort to Google's system: If you are conducting research on machine translation, optical character recognition or other areas where access to a large amount of text is helpful, please contact us. We encourage the use of public domain materials for these purposes and may be able to help.
+ *Maintain attribution* The Google "watermark" you see on each file is essential for informing people about this project and helping them find additional materials through Google Book Search. Please do not remove it.
+ *Keep it legal* Whatever your use, remember that you are responsible for ensuring that what you are doing is legal. Do not assume that just because we believe a book is in the public domain for users in the United States, that the work is also in the public domain for users in other countries. Whether a book is still in copyright varies from country to country, and we can't offer guidance on whether any specific use of any specific book is allowed. Please do not assume that a book's appearance in Google Book Search means it can be used in any manner anywhere in the world. Copyright infringement liability can be quite severe.

**About Google Book Search**

Google's mission is to organize the world's information and to make it universally accessible and useful. Google Book Search helps readers discover the world's books while helping authors and publishers reach new audiences. You can search through the full text of this book on the web at http://books.google.com/



## Über dieses Buch

Dies ist ein digitales Exemplar eines Buches, das seit Generationen in den Regalen der Bibliotheken aufbewahrt wurde, bevor es von Google im Rahmen eines Projekts, mit dem die Bücher dieser Welt online verfügbar gemacht werden sollen, sorgfältig gescannt wurde.

Das Buch hat das Urheberrecht überdauert und kann nun öffentlich zugänglich gemacht werden. Ein öffentlich zugängliches Buch ist ein Buch, das niemals Urheberrechten unterlag oder bei dem die Schutzfrist des Urheberrechts abgelaufen ist. Ob ein Buch öffentlich zugänglich ist, kann von Land zu Land unterschiedlich sein. Öffentlich zugängliche Bücher sind unser Tor zur Vergangenheit und stellen ein geschichtliches, kulturelles und wissenschaftliches Vermögen dar, das häufig nur schwierig zu entdecken ist.

Gebrauchsspuren, Anmerkungen und andere Randbemerkungen, die im Originalband enthalten sind, finden sich auch in dieser Datei – eine Erinnerung an die lange Reise, die das Buch vom Verleger zu einer Bibliothek und weiter zu Ihnen hinter sich gebracht hat.

## Nutzungsrichtlinien

Google ist stolz, mit Bibliotheken in partnerschaftlicher Zusammenarbeit öffentlich zugängliches Material zu digitalisieren und einer breiten Masse zugänglich zu machen. Öffentlich zugängliche Bücher gehören der Öffentlichkeit, und wir sind nur ihre Hüter. Nichtsdestotrotz ist diese Arbeit kostspielig. Um diese Ressource weiterhin zur Verfügung stellen zu können, haben wir Schritte unternommen, um den Missbrauch durch kommerzielle Parteien zu verhindern. Dazu gehören technische Einschränkungen für automatisierte Abfragen.

Wir bitten Sie um Einhaltung folgender Richtlinien:

+ *Nutzung der Dateien zu nichtkommerziellen Zwecken* Wir haben Google Buchsuche für Endanwender konzipiert und möchten, dass Sie diese Dateien nur für persönliche, nichtkommerzielle Zwecke verwenden.
+ *Keine automatisierten Abfragen* Senden Sie keine automatisierten Abfragen irgendwelcher Art an das Google-System. Wenn Sie Recherchen über maschinelle Übersetzung, optische Zeichenerkennung oder andere Bereiche durchführen, in denen der Zugang zu Text in großen Mengen nützlich ist, wenden Sie sich bitte an uns. Wir fördern die Nutzung des öffentlich zugänglichen Materials für diese Zwecke und können Ihnen unter Umständen helfen.
+ *Beibehaltung von Google-Markenelementen* Das "Wasserzeichen" von Google, das Sie in jeder Datei finden, ist wichtig zur Information über dieses Projekt und hilft den Anwendern weiteres Material über Google Buchsuche zu finden. Bitte entfernen Sie das Wasserzeichen nicht.
+ *Bewegen Sie sich innerhalb der Legalität* Unabhängig von Ihrem Verwendungszweck müssen Sie sich Ihrer Verantwortung bewusst sein, sicherzustellen, dass Ihre Nutzung legal ist. Gehen Sie nicht davon aus, dass ein Buch, das nach unserem Dafürhalten für Nutzer in den USA öffentlich zugänglich ist, auch für Nutzer in anderen Ländern öffentlich zugänglich ist. Ob ein Buch noch dem Urheberrecht unterliegt, ist von Land zu Land verschieden. Wir können keine Beratung leisten, ob eine bestimmte Nutzung eines bestimmten Buches gesetzlich zulässig ist. Gehen Sie nicht davon aus, dass das Erscheinen eines Buchs in Google Buchsuche bedeutet, dass es in jeder Form und überall auf der Welt verwendet werden kann. Eine Urheberrechtsverletzung kann schwerwiegende Folgen haben.

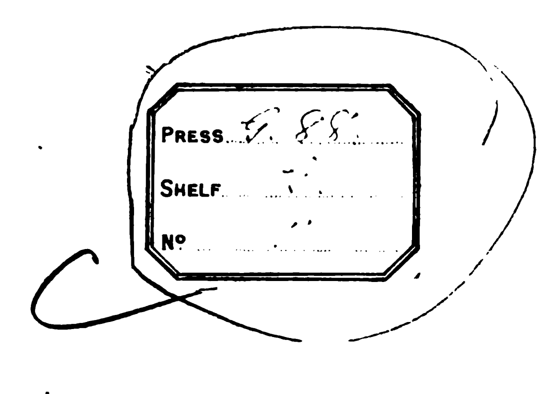
## Über Google Buchsuche

Das Ziel von Google besteht darin, die weltweiten Informationen zu organisieren und allgemein nutzbar und zugänglich zu machen. Google Buchsuche hilft Lesern dabei, die Bücher dieser Welt zu entdecken, und unterstützt Autoren und Verleger dabei, neue Zielgruppen zu erreichen. Den gesamten Buchtext können Sie im Internet unter http://books.google.com durchsuchen.



29/6





1658 d 77



# LEHRBUCH

DER

# VERGLEICHENDEN ANATOMIE

VON


DR. A. NUHN,

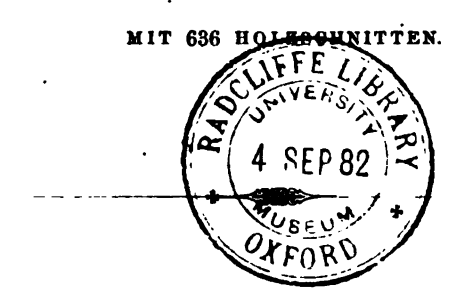
PROFESSOR AN DER UNIVERSITÄT ZU HEIDELBERG.


IN ZWEI THEILEN.

I. VEGETATIVE ORGANE UND APPARATE DES THIERKÖRPERS.

II. ANIMALE ORGANE UND APPARATE DES THIERKÖRPERS.

MIT 636 HOLZSCHNITTEN.




HEIDELBERG.

CARL WINTER'S UNIVERSITÄTSBUCHHANDLUNG.

1878.

Alle Rechte vorbehalten.

C. F. Winter'sche Buchdruckerei.

# VORWORT.

Bei Abfassung vorliegenden Lehrbuches stellte ich mir die Aufgabe, den Studirenden der Medicin eine Uebersicht über den Bau der Thiere zu liefern, welche geeignet wäre, das Verständniss der menschlichen Anatomie und Physiologie zu fördern. Daher legte ich den Darstellungen der thierischen Organisation die physiologische Methode zu Grunde und unterstützte dieselben durch zahlreiche gute Holzschnitte. Die Zeichnungen zu letzteren wurden grösstentheils nach der Natur angefertigt. Nur für solche Darstellungen, wofür gute Abbildungen schon in andern Werken vorhanden waren, wurden diese, unter Angabe der Quelle, entlehnt. Der Plan, nach welchem das vergleichende anatomische Material geordnet wurde, ist derjenige, den ich während 20 Jahren meinen Vorlesungen über vergleichende Anatomie zu Grunde legte.

Möchte das Buch Denjenigen, welche für die Organisation des Thierkörpers und deren Beziehung zu den in letzterem waltenden Lebensvorgängen ein Interesse haben, ein freundlicher Führer sein und zur Förderung des Studiums der vergleichenden Anatomie das Seine beitragen.

Heidelberg, im November 1877.

**A. NUHN.**

# ERSTER THEIL.



# INHALTSVERZEICHNISS

## ZUM ERSTEN THEIL.

*) In der Erklärung zu Fig. 125 c. steht fälschlich: c. Ein Stück Luftröhre von einem Vogel statt „c. Querschnitt der Luftröhre des Rindes."

*) Diese Figur ist fälschlich mit 186 bezeichnet.

*) Diese Figur ist fälschlich mit 244, statt 243, bezeichnet.

# EINLEITUNG.

Anatomie ist die Wissenschaft vom Bau organischer Körper, soweit man hauptsächlich durch mechanische Zerlegung (Zergliederung) zu ihrer Erkenntniss gelangt. Nach der Verschiedenheit der organischen Körper zerfällt sie wieder in die Lehre vom Baue des menschlichen Körpers — Anthropotomie — oder Anatomie im engern Sinne des Wortes, in die vom Baue der thierischen Organismen — Zootomie — und in die vom Baue der Pflanzen — Phytotomie.

Die anatomische Wissenschaft führt indess nicht allein zur Erkenntniss der Organisation der organischen Körper, sondern bahnt auch den Weg, durch den man zum Verständniss der an und in den Organismen sich kundgebenden Lebenserscheinungen gelangt. Denn so lange die Organe und Organtheile, die einen Organismus zusammensetzen, und die Art ihrer Vereinigung zu einem einheitlichen Ganzen unbekannt sind, ist auch ein Verständniss der Lebensvorgänge darin unmöglich. Desshalb bildet die Anatomie die Hauptgrundlage für die Physiologie, für die Wissenschaft, welche sich die Erforschung der Lebensvorgänge in den Organismen zur Aufgabe stellt und den Antheil ermittelt, welchen die Thätigkeit der einzelnen Theile und Organe eines Organismus an den Erscheinungen des Gesammtlebens desselben nehmen.

Die Anatomie des Menschen gibt theils an und für sich, theils durch ihre Stellung zur Physiologie auch noch eine Hauptgrundlage für die Heilkunde, für eine Wissenschaft ab, welche sich zur Aufgabe stellt, die durch schädliche Einflüsse veranlassten und das Leben mehr oder weniger gefährdenden Störungen der Organisation und der von dieser abhängigen Lebensvorgänge ihrem Wesen und ihren Ursachen nach zu begreifen und die Mittel hiernach festzustellen, welche geeignet sind, solche Störungen wieder zu heben und den Organismus zur normalen Lebensäusserung zurückzuführen.

Diesen verschiedenen Beziehungen gegenüber, in welchen die menschliche Anatomie zur Physiologie und Heilkunde steht, stellt sie sich die Aufgabe, die ganze Summe anatomischer Thatsachen und die Erfahrungen, zu welchen sowohl die Zerlegung des todten menschlichen und thierischen Körpers, als auch die Beobachtung am lebenden Organismus führten, in diejenige Form, und die einzelnen Thatsachen in diejenige Verbindung und Beziehung untereinander zu bringen, vermittelst welcher sowohl der Bau des ganzen Organis-

mus, als auch der Antheil seiner einzelnen Theile daran begriffen und verstanden werden kann. Sie lehrt sowohl die einfachsten Formbestandtheile, in welche die organische Substanz sich kleidet, als auch die zusammengesetzteren Gebilde und Organe, sowie endlich die Vereinigung dieser zur Bildung des ganzen Organismus kennen.

Die Vereinigung gleichartiger Formbestandtheile zu grössern einheitlichen Gebilden und Organen nennt man Gewebe *(Tela)*. (Daher die Lehre davon Gewebelehre [*Histologia*] heisst.) Die Verbindung verschiedener Gewebe zu einem grössern Ganzen bildet die Organe und die Vereinigung aller Organe den Organismus.

Für den ersten Lehrzweck betrachtet die menschliche Anatomie die Körpertheile und Organe theils in derjenigen Vereinigung, wie gleichartiger Bau sie als zusammengehörig oder verwandt erscheinen lässt, theils in solcher Verbindung, in welcher sie functionell zu einander stehen. In erstem Falle nennt man die vereinigten Theile organische Systeme, (Gefässsystem, Nervensystem, Muskelsystem, Knochensystem u. s. w.); im andern dagegen organische Apparate, (Verdauungsapparat, Athmungsapparat, Sinnesapparate u. dgl.). Während die Systeme stets baulich verwandte Theile umfassen, bestehen die Apparate aus baulich differenten Organen, die aber functionell in so weit zusammen gehören, als ihre Thätigkeiten der Erreichung eines gemeinsamen Zieles dienstbar sind.

Diese Art der Zusammenordnung und Darlegung des anatomischen Materials geschieht wesentlich im physiologischen Interesse. Daher man sie physiologische oder systematische Methode, und die Anatomie hiernach physiologische oder systematische, auch wohl descriptive (beschreibende) Anatomie nennt. Man bezeichnet aber die Methode, die topographische und die daraus hervorgehende Lehre die topographische Anatomie,*)

---

*) In neuerer Zeit wurde von sonst geschätzten Naturforschern einzelnen Zweigen der anatomischen Wissenschaften der wissenschaftliche Charakter mehr oder weniger abgesprochen; ja ein Zweig der menschlichen Anatomie, nämlich die topographische Anatomie geradezu nur als eine Kunst, ja sogar als ein „Handwerk“ hingestellt. „Um darin sich auszuzeichnen, bedürfe es weiter nichts, als einer geschickten Hand, einer guten Geduld und eines noch bessern Gedächtnisses.“ Diese und ähnliche Meinungen sind indess völlig irrthümliche und beruhen auf einer Verwechselung der topographischen Zergliederung mit der topographischen Anatomie, einer Verwechselung der Mittel einer Wissenschaft mit der Wissenschaft selbst.

Fragt man sich, was überhaupt Wissenschaft sei, so unterliegt es auch nicht dem mindesten Zweifel, dass menschliches Wissen aus dem Gebiete der concreten Dinge zur Wissenschaft wird, sobald die Einzelheiten desselben in diejenige Verbindung und Beziehung untereinander gestellt werden, und das ganze Wissen in diejenige Form gebracht wird, dass dadurch die Erkenntniss und das Verständniss des Wesens des Concreten ermöglicht wird; also auch anatomisches Wissen zur anatomischen Wissenschaft wird, sobald die dasselbe umfassenden anatomischen Thatsachen und Erfahrungen in solche Verbindungen und Beziehungen zu einander gebracht werden, dass sie dadurch zur Erkenntniss und zum Verständniss des Baues organischer Körper führen.

Topographische Zergliederung, wie Zergliederung organischer Körper überhaupt, ist allerdings an und für sich nicht schon Wissenschaft, sondern, — wenn auch kein „Handwerk“ — so doch eine Kunst, d. h. ein Mittel, durch welches die Wissenschaft die Thatsachen und Erfahrungen gewinnt, welche synthetisch richtig verwerthet den Weg bahnen, der zur Erkenntniss und zum Verständniss führt. Dagegen die topographische Anatomie ist Wissenschaft und keine Kunst. Was die Zergliederung trennte, vereinigt

wenn man die Theile des menschlichen Körperbaues rücksichtlich ihrer relativen oder absoluten Lage und ihrer Beziehung zu dem Nächst-Nachbarlichen, sowie auch rücksichtlich ihrer localen Eigenthümlichkeiten sucht kennen zu lernen, ohne Rücksicht darauf, ob sie histologisch oder functionell verwandt sind. Diese Methode führt zur Erkenntniss derjenigen Bauverhältnisse des menschlichen Körpers, die man kennen muss, um beurtheilen zu können, ob lebenswichtige Theile oder solche von geringerer Wichtigkeit verletzt werden können oder müssen, wenn ein operirendes Messer da oder dort in denselben eingesenkt wird, oder eine verletzende Gewalt ihn trifft; oder um den Sitz von Leiden zu bestimmen, von denen das eine oder andere Körperorgan ergriffen ist, und, wenn Nachbartheile in Mitleidenschaft gezogen sind, zu bemessen, was für Theile und Organe dies sein können u. s. w. Durch diese Methode gelangt man zu so vollkommener Kenntniss und richtiger Vorstellung über den Bau des menschlichen Körpers und über die Form, Lage und Verbindung seiner einzelnen Theile, dass der lebende Körper, bezüglich der ihn zusammensetzenden Organe, demjenigen, der sich diese Erkenntniss durch diese Methode erworben hat, wie durchsichtig vor Augen steht.

Auch bei der Erforschung und Darlegung des Baues der thierischen Organismen, bei der Zootomie, können verschiedene Methoden zur Anwendung kommen. Je nachdem man den Schwerpunkt der Darlegung des Baues des Thierkörpers entweder mehr auf die Bedeutung, welche derselbe für die Zoologie und zoologische Systematik, oder auf die Wichtigkeit, welche die Kenntniss desselben für das Verständniss der menschlichen Anatomie und für die Physiologie hat, — oder endlich auf die morphologischen Veränderungen legt, welche sowohl der ganze Organismus der Thiere als auch die einzelnen Organe desselben, von der ersten Anlage der Keimelemente an bis zur vollständigen Ausbildung erfahren, — kann man eine zoologische, eine physiologische und eine genetische Methode unterscheiden.

Die erstere lehrt den Bau der Thiere, die organischen Systeme und Apparate derselben mit besonderer Rücksichtnahme auf die Beziehungen kennen, in denen sie zu einander und zur Organisation des ganzen Thiers (oder der zu einer ganzen Ordnung oder ganzen Classe gehörigen Thiere) stehen, ohne irgend welche Vergleichung über die Verschiedenheiten anzustellen, welche die Organe und Apparate bei verschiedenen Thieren darbieten. Sie führt zu einer genauen Detailkenntniss des Thierbaues und liefert das wesentlichste Material für die zoologische Systematik. Die Lehre vom Bau der Thiere nach dieser Methode ist die Zootomie, im engern Sinne des Wortes genommen.

Die andere Methode, die physiologische, lehrt den Bau der Thiere unter besonderer Rücksichtnahme auf die Beziehungen kennen, in welchen die

---

sie wieder zu einem harmonischen lebenden Ganzen. Sie hat den Charakter einer Wissenschaft mit nicht minderem Rechte, als jeder andere Zweig der anatomischen Wissenschaften, da, wie die letztere überhaupt, auch sie die analytisch gewonnenen anatomischen Thatsachen und Erfahrungen in solche gegenseitige Beziehung und Verbindung wieder bringt, dass nicht allein Erkenntniss und Verständniss des Körperbaues des lebenden Menschen, sondern auch das Ziehen von Schlüssen noch ermöglicht wird, die zur Erweiterung und Vervollständigung der Vorstellungen, welche wir über jenen haben, dienen.

verschiedenen Organe der Thiere zu den Leistungen stehen, welche diesen übertragen sind. Sie legt die Abänderungen dar, welche die Organe und Apparate nach Maassgabe der Verschiedenheit der ihnen obliegenden Leistungen in der ganzen Reihe der Thiere erleiden. Sie vergleicht zugleich diese Abänderungen der organischen Einrichtungen des Thierkörpers mit den Abänderungen der functionellen Leistungen und mit der Veränderung derjenigen Verhältnisse, auf welche jene berechnet sind. Solche Vergleichungen lassen nicht allein zu einem richtigen Verständniss des physiologischen Werthes der Organe gelangen, sondern liefern auch die wichtige Thatsache, dass die Natur sich nicht immer derselben Organe bedient, um einen physiologischen Zweck erreichbar zu machen, vielmehr oft eine Leistung Organen überträgt, die sonst für etwas ganz Anderes bestimmt sind. Auch findet man, dass Gestalt und Bau der Organe den functionellen Anforderungen ebenso sich anpassen, als der ganze Organismus den äussern Verhältnissen, in denen er lebt, den Existenzbedingungen, sich anzupassen pflegt. Vergleichung der Bauverschiedenheiten, wie auch der Bauähnlichkeiten, welche Thiere einer Klasse oder solche verschiedener Klassen zeigen, führen zur Erkenntniss sowohl der Verwandtschaft der Thiere, als auch des Grundplanes, nach welchem der Bau ihrer Organe und Apparate angelegt ist. Besonders fruchtbringend werden diese vergleichenden Untersuchungen des Thierbaues für das Verständniss der Organisation des Menschen. Ueber manche Bauverhältnisse der letztern wird oft erst dann ein besseres Licht verbreitet, wenn eine genügende Einsicht in den Bau der verwandten Organe der Thiere gewonnen ist.

Da diese Methode wesentlich vergleichend verfährt, so wird die daraus sich entwickelnde Lehre des Thierbaues vergleichende Anatomie (*Anatomia comparata*) genannt.

Die dritte oder genetische Methode lehrt den Bau der Thiere unter besonderer Rücksichtnahme auf die Veränderungen und Umwandlungen kennen, welche Organe und Organismus von der ersten Keimanlage an bis zu ihrer vollendeten Ausbildung durchlaufen. Sie erklärt die Formen der Organe und der Organismen aus ihrem Entwicklungsgange und weist dadurch oft die verwandtschaftlichen Beziehungen zwischen den extremsten Formverhältnissen derselben noch nach. Sie führt besonders zur Erkenntniss der Verwandtschaft der Thiere sowohl untereinander als auch mit dem Menschen. Für die Zoologie ist daher diese Methode der Darlegung des Thierbaues auch von grösster Bedeutung und wohl besonders berufen, diese Wissenschaft zu erweitern und auszubauen. In neuerer Zeit hat man sie in Anwendung zu bringen begonnen und die jüngeren Arbeiten auf dem zoologischen Gebiete legen auch dar, wie gross die Resultate sind, welche man mit ihrer Hülfe dort zu erlangen im Stande ist.

Da das Verfahren dieser Methode auch hauptsächlich vergleichend ist, so wird die aus ihr hervorgehende Lehre der Thierorganisation ebenfalls als vergleichende Anatomie bezeichnet.

Wir sind von den angeführten drei Methoden der physiologischen gefolgt, weil vorliegendes Lehrbuch vorzüglich darauf berechnet ist, das Verständniss der menschlichen Anatomie und Physiologie zu fördern.

## Zur Literatur.

Obschon die Untersuchung des Baues der Thiere älter ist, als die des Baues des Menschen — da in der frühesten Zeit durch Aberglauben und mancherlei Vorurtheile die Zergliederung menschlicher Leichen sehr erschwert war, und desshalb man durch Erforschung des Baues der Thiere zu ergänzen suchte, was über den Bau des Menschen zu erfahren versagt war, — so gehört doch die Ausbildung der Lehre vom Bau der Thiere zu einer Wissenschaft der Neuzeit an.

Blumenbach in Deutschland und Cuvier *) in Frankreich waren es, welche das zerstreute Material sammelten, um den mit eigenen Erfahrungen vermehrten Aufbau einer Anatomie der Thiere in Angriff zu nehmen.

Blumenbach war, so weit es bekannt ist, der Erste, welcher Vorlesungen über vergleichende Anatomie hielt, 1777 über Osteologia comparata, und von 1785 an über gesammte vergleichende Anatomie. Er legte die Grundzüge derselben in seinem

Handbuch der vergleichenden Anatomie, Göttingen 1805 nieder, welches das erste gewesen, das über die ganze Anatomia comparata bis dahin in Deutschland erschienen war.

G. Cuvier's Leçons d'anatomie comparée. Paris 1799—1805, in's Deutsche übersetzt von J. Fr. Meckel. Leipzig 1809—10. 4 Bde. mit Abbildungen — gab wegen des Reichthums an neuen Erfahrungen und Thatsachen vorzüglich die Grundlage und den Ausgangspunkt fast aller spätern vergleichend-anatomischen Arbeiten ab.

Die bemerkenswerthesten Arbeiten und Handbücher, welche hiernach folgten, sind:

Carus, C. G., Lehrbuch der vergl. Zootomie. 6 Bde. Leipzig 1818. 2. Auflage, 1834. 2 Bände mit einem Atlas in 4.

Meckel, Fr., System der vergl. Anatomie. 6 Bde. Halle 1821—1833 (unvollendet).

Wagner, Rud., Lehrbuch der vergl. Anatomie. Leipzig 1834. 2. Auflage, als Lehrbuch der Zootomie. 2 Bde. Leipzig 1843. (2. Band von Frey u. Leuckart).

Grant, R. E., Umrisse der vergl. Anatomie. Deutsch von C. Chr. Schmidt. Mit 145 Holzschnitten. Leipzig 1842 (nicht ganz vollendet).

Stannius und v. Siebold. Vergleichende Anatomie. 2 Bände. Berlin 1846—48. 2. Auflage unter dem Titel: „Handbuch der Zootomie." Berlin 1854—56 (bis jetzt nur 2 Hefte erschienen über die Anatomie der Fische und Amphibien).

Schmidt, Oscar, Handbuch der vergleichenden Anatomie. Leipzig 1849. 6. Auflage. 1872.

---

*) G. Cuvier ist eigentlich ein geborener Deutscher. Sein ursprünglicher Name war Georg Küfer, und wurde 1769 zu Mömpelgard (einem damals württemberg'schen Enclave) geboren und in Württemberg erzogen. Nachdem es ihm in seinem Vaterlande sehr hinderlich gegangen, begab er sich als Hofmeister nach der Normandie. Später kam er nach Paris, wo er am Pflanzengarten eine Anstellung als Professor schliesslich erhielt und hier mit Hülfe seiner mitgebrachten deutschen Bildung und seines deutschen Fleisses seine bahnbrechenden Arbeiten lieferte.

Bergmann und Leuckart, anatomisch-physiologische Uebersicht des Thierreichs. Stuttgart 1852. Mit 488 Holzschnitten.

Kolb, C., Grundriss der vergleichenden Anatomie, nebst systematischer Uebersicht des Thierreichs. Stuttgart 1854. Mit Abbildungen.

Gegenbaur, C., Grundzüge der vergl. Anatomie. Leipzig 1859 mit 315 Holzschnitten. 2. Auflage. 1870. Eine kürzer gefasste Umarbeitung derselben mit dem Titel: Grundriss der vergl. Anatomie. Leipz. 1874. Mit 320 Holzschnitten.

Leydig, Fr., Vom Bau des thierischen Körpers. Handbuch der vergleichenden Anatomie. I. Bd. 1. Hälfte. Tübingen 1864.

Owen, R., Lectures on the comparative anatomy and physiology of the invertebrate animals. London 2. Aufl. 1855. Of the vertebrate animals, p. i. Fishes. London 1846.

Milne Edwards, Leçons sur la physiologie et anatomie comparée de l'homme et des animaux. T. I—X. Paris 1857—72.

Jones, Rymer, General outline of the organisation of the animal kingdom, and manual of comparative anatomy. 4. Edit. London 1874.

### Werke über Morphologie.

Carus, V., System der thierischen Morphologie. Leipzig 1853. Mit 97 Holzschnitten.

Bronn, Morphologische Studien über die Gestaltungsgesetze der Naturkörper. Leipzig und Heidelberg 1858.

Haeckel, E., Generelle Morphologie der Organismen. Allgemeine Grundzüge der Formwissenschaft, mechanisch begründet durch die von Darwin reformirte Descendenztheorie. 2 Bde. Berlin 1866.

### Abbildungen über den Bau der Thiere.

Carus, C. G. (und W. Otto). Erläuterungstafeln zur vergl. Anatomie. 9 Hefte. Leipzig 1826—1855. Fol.

Wagner, R., Icones zootomicae. Leipzig 1841.

Schmidt, O., Handatlas der vergl. Anatomie. Jena 1852.

Carus, V., Icones zootomicae. Leipzig 1857. Erste Hälfte. (Wirbellose Thiere.)

Leydig, F., Tafeln zur vergleichenden Anatomie. Erstes Heft. Tübingen 1864.

# Eintheilung der Organe des Thierkörpers.

Alle Lebensvorgänge in den Organismen sind mit einem Verbrauch von Stoffen und einer gewissen Abnutzung der Körperorgane verknüpft; daher zur Fortdauer des Lebens dieser Verbrauch durch Zufuhr neuer Stoffe stets wieder gedeckt und das, was abgenutzt und unbrauchbar geworden ist, aus dem Organismus ausgeschieden werden muss. Ohne solchen steten Wechsel kann kein Organismus bestehen, ist kein Leben möglich. Die Organismen schöpfen die zu ihrem Fortbestand erforderlichen Ersatzstoffe aus der sie umgebenden Aussenwelt, und geben das Abgenutzte und Verbrauchte auch dahin wieder ab, — Vorgänge, welche, die Ernährung umfassend, die Existenz des Einzelwesens sichern.

Obschon indess die Ernährungsvorgänge sich stets wiederholen, so können sie doch die Fortdauer des Individuums nicht für alle Zeiten sichern, da die mit dem Leben verbundene Abnutzung des Organismus durch den Wiederersatz nie ganz wieder ausgeglichen wird, vielmehr eine ungefüllte Lücke, ein ungedeckter Mangel, wenn auch noch so klein, noch so unmerklich, doch stets übrig bleibt, dessen sich steigernde Vergrösserung schliesslich zum Erlöschen des Lebens, zum Untergang des Individuums führt.

Daher sind alle Organismen befähigt, durch Erzeugung von Nachkommen sich fortzupflanzen, um so ihre Gattung dann noch zu erhalten, wenn sie auch als Individuen untergehen.

Pflanzen und Thieren sind diese Lebensprozesse gemeinsam; sie bilden diejenige Seite des Lebens, die keinem Geschöpfe der organischen Natur fehlt. Bei den thierischen Organismen tritt aber noch eine andere Seite zu Tage, die den pflanzlichen abgeht, nämlich die innigere Wechselbeziehung und Wechselwirkung des Thieres mit der übrigen Aussenwelt, wie sich solche als Bewegung, Empfindung und Sinnenthätigkeit kund gibt.

Diese Lebensvorgänge verleihen den Thieren das ihnen eigene Gepräge und unterscheiden sie von andern Geschöpfen der organischen Welt, daher man sie auch als eigentliche thierische oder animale Thätigkeiten bezeichnet, während die Ernährungs- und Fortpflanzungs-Vorgänge, da sie auch den Pflanzen zukommen, als pflanzliche oder vegetative unterschieden werden.

Diese Scheidung der Hauptthätigkeiten des Thierkörpers lässt sich auch auf die, den letztern zusammensetzenden Organe und Apparate anwenden, auch diese können wir in vegetative und animale sondern. Jene die Träger aller derjenigen Lebensvorgänge, welche die thierischen Organismen mit den pflanzlichen theilen, diese dagegen die Vermittler solcher Lebensäusserungen, welche ausschliessliches Eigenthum der Thiere sind.

Die vegetativen Organe scheiden sich Obigem gemäss

1) in Organe der Ernährung, deren Thätigkeiten sich beziehen auf die Erhaltung des Individuums, wohin gehören:
   a. die Organe der Verdauung,
   b. die Organe der Athmung,
   c. die Organe der Circulation der Nährsäfte,
   d. die Organe der Harnausscheidung,
   e. besondere Absonderungsorgane, und

2) in Organe der Fortpflanzung, deren Thätigkeiten sich beziehen auf die Erhaltung der Gattung.

Die animalen Organe umfassen:

1) die Werkzeuge der Bewegung, und zwar
   a. die passiven Bewegungsorgane, die Skeletbildung und andere Stützwerkzeuge,
   b. die activen Bewegungsorgane, die Muskeln und contractile Substanz.

2) Organe, welche die seelischen Thätigkeiten, die Empfindungen, die Sinneswahrnehmungen, den thierischen Instinkt und die Kunsttriebe vermitteln. Hierher gehören:
   a. das Nervensystem und
   b. die Sinneswerkzeuge.

# Vegetative Organe und Apparate des Thierkörpers.

## I.

## Organe, deren Thätigkeiten sich auf die Erhaltung des Individuums beziehen.

### 1. Verdauungsapparat.

Die Aufgabe desselben besteht in der Aufnahme der Nahrungsmittel von aussen in den Körper, um sie unter Einwirkung auflösender Secrete in flüssigen Zustand überzuführen, und dann durch Aufsaugung in die Säftemasse des Körpers, zu dem Heerde des thierischen Stoffwechsels gelangen zu lassen, wo sie zum Ersatze verbrauchter Stoffe dienen sollen. Da in jedem thierischen Wesen ein Stoffwechsel, daher auch ein Stoffverbrauch stattfindet, also auch in jedem ein Ersatz des Verbrauchten erfolgen muss, so sollte man hiernach anzunehmen berechtigt erscheinen, dass kein thierisches Geschöpf seine Existenz fristen könne, ohne den Besitz besonderer Verdauungsorgane. Allein dessen ungeachtet gibt es solche, welchen besondere Organe dafür abgehen. Es sind dies nämlich Thiere, welche entweder unter Verhältnissen leben, wo die Nahrung ihrem Körper schon in flüssiger Form dargeboten wird und dieselbe auf endosmotischem Wege in's Innere ihres Körpers gelangt, wie bei manchen Protozoen (Gregarinen und einigen Infusorien), sowie auch mehreren als Parasiten im Leibe anderer Thiere lebenden Würmern (Cestoden, Acanthocephalen), — oder, wenn solche Thiere auf feste Nahrung angewiesen sind, sie diese durch besondere Körperfortsätze ergreifen und sie an beliebiger Stelle in das Leibesparenchym hineindrücken, wie bei den Rhizopoden und einigen Infusorien (z. B. Actinophrys) dies der Fall zu sein pflegt.

Wenn man nun aber von diesen einfachsten Verhältnissen absieht, so hat die überwiegende Mehrzahl der Thiere einen besondern Verdauungsapparat, welcher in der Form einer im Innern des Körpers liegenden Höhle auftritt, zu welcher von aussen eine besondere Oeffnung den Eingang bildet und meistens auch eine dieser entgegenstehende Ausgangsöffnung sich vorfindet: jene um die Nahrungsmittel einzuführen — Mund *(Os)* —, diese um die unverdaulichen Ueberreste wieder auszuführen — After *(Anus)*.

Bei einigen Wirbellosen, wie den Hydromedusen (Fig. 1, 2) gibt die allgemeine Leibeshöhle *(c)*, deren Wände *(p)* vom Körperparenchym ge-

bildet werden, und zu welcher eine Mundöffnung *(o)* den Eingang bildet, die Verdauungshöhle ab. Bei anderen, wie den Polypen (Fig. 3) und den Rippenquallen (Fig. 4) folgt zwar hinter der Mundöffnung *(o)* eine mit eigenen Wandungen versehene Verdauungshöhle *(d)*, aber dieselbe steht noch durch Oeffnungen *(dd)* mit der Leibeshöhle *(c)*, in welche ihr Inhalt entleert werden kann, in offener Verbindung.

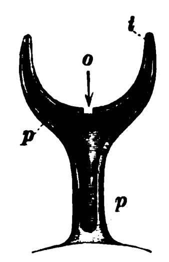



**Fig. 1.** Schematische Darstellung der Verdauungshöhle der Hydromedusen.

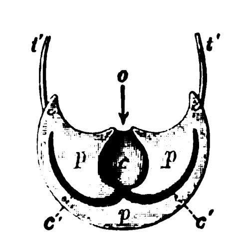



**Fig. 2.** Schema einer Scheibenqualle in umgekehrter Stellung.




**Fig. 3.** Schema der Verdauungshöhle der Polypen.

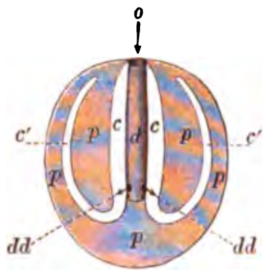



**Fig. 4.** Schema der Verdauungshöhle der Rippenquallen (nach V. Carus).

Bezeichnung von Fig. 1—4. *o* Eingang zur Verdauungshöhle, Mund. *c* Leibeshöhle, in welche bei den Hydromedusen der Mund *(o)* direct einführt. *c'* strahlige gefässartige Fortsätze der centralen Leibeshöhle bei den medusaiden Formen der Hydromedusen (Fig. 2) und den Rippenquallen (Fig. 4). *d* Verdauungshöhle mit selbstständigen Wandungen vom Mund *(o)* aus in die Leibeshöhle hineinhängend und bei den Polypen (Fig. 3) am Grunde mit weiter Oeffnung *(dd)* in die Leibeshöhle mündend, bei den Rippenquallen aber am Grunde geschlossen und durch zwei seitliche Spalten *(dd)* in die Leibeshöhle überführend. *p* Leibesparenchym die Leibeshöhle begrenzend. *t* die, die Mundöffnung umstellenden Tentakeln, in welche die Leibeshöhle sich fortsetzt. *t'* die vom Rande der Scheibe herabhängenden Tentakeln der Scheibquallen, die in der Figur 2 wegen der umgekehrten Stellung, die sie erhalten hat, aufwärts gerichtet sind.

Dagegen bei allen übrigen, mit einem Verdauungsapparat versehenen Thieren, wohin die meisten Wirbellosen und sämmtliche Wirbelthiere gehören, ist die Verdauungshöhle von der Leibeshöhle gänzlich abgeschlossen und hat durchaus selbstständige Wandungen.

Im Allgemeinen hat sie hier die Form eines den Körper in der Längenrichtung durchziehenden häutigen Rohres oder Schlauches — Verdauungskanal *(Tractus intestinalis)*, auch Darm im weiteren Sinne genannt. Meistens kann man an dem Verdauungsapparate drei, functionell und oft auch der Form nach verschiedene Abschnitte unterscheiden: nämlich 1) einen ersten, — Munddarm *(Pars ingestoria)* — welcher die Nahrung einführt, am Kopfende des Körpers mit dem Munde beginnt und als Schlundkopf und Speiseröhre sich fortsetzt; dann 2) einen mittlern, meistens im Anfang etwas sackartig erweiterten Theil, in welchem die Nahrungsmittel länger verweilen, um unter Einwirkung auflösender Secrete in flüssige Form übergeführt d. h. verdaut zu werden — eigentlich verdauender Theil — *Pars digestoria*, im Allgemeinen Magen, Magendarm, Mitteldarm genannt; und 3) einen Endtheil, welcher die unverdaulichen Reste der

Nahrungsmittel wieder aus dem Körper ausführt und meistens an dem, dem Kopfe entgegengesetzten Leibesende als After nach aussen mündet — ausführender Theil — *Pars egestoria* — Enddarm, Afterdarm, Dickdarm, oder wo er sehr kurz ist, auch Mastdarm genannt.

Diese drei Hauptabschnitte kann man sowohl bei den Wirbelthieren als auch bei den Wirbellosen unterscheiden, wenn schon sie bei den verschiedenen Thierklassen und Ordnungen eine sehr grosse Verschiedenheit ihres Baues, ihrer Ausbildung und Form darbieten; Verschiedenheiten, welche sich begreifen lassen, wenn man erwägt, wie verschiedenartig die Nahrungsmittel sowohl, als auch die Verhältnisse sind, unter denen diese gewonnen werden müssen. Die einen Thiere sind auf vegetabilische, die anderen auf animalische Nahrung angewiesen, die einen auf Samenkörner oder Früchte oder auf Gräser und Blätter, oder auf Rinde, Holz oder Wurzelwerk, — die andern auf thierische Säfte oder auf feste animalische Substanzen; die einen auf lebende Thiere, die andern auf die faulenden Reste todter Thiere; die einen auf das Fleisch von Wirbelthieren, die andern auf das von Wirbellosen; die einen auf die Thiere, die im Wasser leben, die andern auf solche, die in der Luft, auf dem Lande oder in der Erde leben, u. dgl. So verschiedenartig und mannichfaltig die Leistungen sind, welche für diese verschiedenen Verhältnisse gefordert werden, so verschiedenartig werden auch die Organisationsverhältnisse des Verdauungsapparates sein.

## A. Verdauungsapparat der Wirbelthiere.

G. Cuvier, Vorlesungen über vergleichende Anatomie. Uebersetzt von Froriep und J. F. Meckel. B. 3. — J. F. Meckel, System der vergleichenden Anatomie. Halle 1829. B. 4.

C. G. Carus, Erläuterungstafeln zur vergl. Anatomie. Lpzg. 1835. Heft 4. — G. Cuvier, Le règne animal. — Gurlt, Anatom. Abbildungen der Haussäugethiere. Taf. 54—56, 60, 70. — R. Wagner, Icones zootamicae. Lpz. 1841. —

Brücke, Ueb. d. Zunge d. Chamaeleon, i. d. Sitzungsberichten d. k. Academ. d. W. z. Wien. B. 8. S. 65. — Fr. Cuvier, Des dents des mammifères. Paris 1825. — Erdl, Untersuchung üb. d. Bau d. Zähne der Wirbelthiere, i. d. Abhandl. d. bayer. Academ. d. W. z. München. B. 3. S. 483. — Goebel, Odontographie, vergl. Darstellung d. Zahnsystems d. lebenden und fossilen Wirbelthiere. Lpz. 1855. — J. Fr. Meckel, Ueb. d. Kopfdrüsen d. Schlangen, in dessen Archiv f. Anatomie. 1826. S. 1. — Tiedemann, Ueb. d. Speicheldrüsen der Schlangen, in d. Münchner Denkschrift 1813. S. 25.

Cl. Bernard, Mém. sur le pancréas. Paris 1856 avec 9 pl. — H. Curschmann, Zur Histologie des Muskelmagens der Vögel, in Zeitschr. f. w. Zoologie. Bd. XVI. S. 224. Taf. XII. — Hyrtl, Ueber den Darmkanal der Clapeaceen, i. d. Denkschr. d. k. Acad. d. W. zu Wien. B. 10. S. 51. — Derselbe, Anatom. Mittheilung v. Mormyrus und Gymnarchus, ebendaselbst. B. 12. S. 5. — J. F. Meckel, Ueb. d. Darmkanal d. Amphibien, in dessen Archiv f. Physiologie, B. 3. S. 198. — A. Nuhn, Ueb. d. Magenformen der Wirbelthiere, i. Müller's Archiv 1870. S. 337. Taf. 8. 9. — Rathke, Luftröhre, Speiseröhre und Magen vom Sparchis coriacea, in Müller's Archiv 1846. S. 292. — Derselbe, Leber und Pfortadersystem der Fische, in Meckel's Archiv 1826. — Retzius, Bau des Magens der Wühlmäuse, in Müller's Archiv 1841. S. 403. — Derselbe, Isis 1832. S. 515. — Stannius, Ueb. d. Pancreas der Fische, in Müller's Archiv 1848. S. 397.

## 1. Pars ingestoria.

Diese besteht aus der Mundhöhle, dem Schlundkopfe und der Speiseröhre. Erstere und letztere kommen bei allen Wirbelthieren vor, der Schlundkopf nur bei den Säugethieren. Seine An- oder Abwesenheit ist von der Kreuzung der Luft- und Speiseröhre abhängig.

### a. Mundhöhle.

Die Mundhöhle hat wie beim Menschen, so auch bei den Säugethieren, eine vordere oder Eingangsöffnung—Mund oder Maul — und eine hintere oder Ausgangsöffnung, welche in den Schlundkopf überführt. Da die Mundhöhle bei den Säugethieren, wie beim Menschen, beim Kauen der Nahrungsmittel zeitweise von letzteren angefüllt ist und für den Durchgang des Athmungsmediums dann unzugänglich ist, so findet die Kreuzung der Athmungs- und Speisewege hinter der Mundhöhle statt, d. h. die Nasenhöhle mündet in den Schlundkopf, damit das Athmen während des Kauens nicht unterbrochen zu werden braucht. Bei den übrigen Wirbelthieren (Vögeln, Amphibien und Fischen) findet ein Kauen der Nahrungsmittel nicht mehr statt, daher die Zusammenmündung der Luft- und Speisewege schon in der Mundhöhle erfolgen kann, ohne die Fortdauer des Athmens irgendwie zu gefährden oder zu unterbrechen.

Bei den Vögeln und Amphibien mündet die Nasenhöhle an der Decke der Mundhöhle in diese ein, und zwar bei den Vögeln (Fig. 5) mit einem länglichen, gemeinsamen Spalt, bei den Amphibien mit getrennten Oeffnungen (Fig. 6), welche bei den Batrachiern und Perennibranchiaten sogar ganz vorn, hinter dem Mundspalt, einführen. Bei den Fischen endlich, namentlich den Knochfischen, geht die Nasenhöhle, soweit sie Durchgangshöhle für's Athmungsmedium ist, sogar ganz in die Mundhöhle auf. Daher die bei Amphibien noch vorhandenen *Choanae* hier wegfallen, aber dafür die Mundhöhle, gegenüber ihrer Eingangsöffnung, 3 hintere Ausgangswege hat,

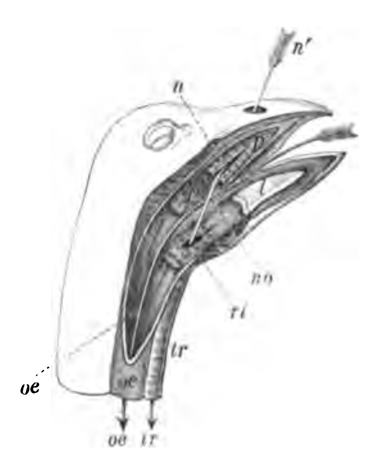



**Fig. 5.** Mundhöhle des Huhns (*Gallus domesticus*) von der Seite geöffnet. *l* Zunge, *ri* Eingang zum Kehlkopf, Kehlritze (*Rimula glottidis*), *p* Decke der Mundhöhle, Gaumen, mit Hornwarzen besetzt, deren Spitzen nach hinten gerichtet sind, *n* spaltförmige Einmündung der Nasenhöhle, *n'* äusseres Nasenloch, *no* Kreuzung der Luft- und Speisewege in der Mundhöhle durch zwei Pfeile angedeutet, von denen der eine vom äusseren Nasenloch zur Luftröhre (*tr*) geht, der andere von der Mundhöhle in die Speiseröhre (*oe*) überführt.

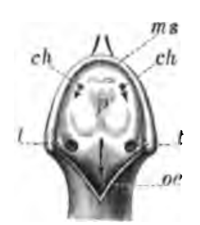



**Fig. 6.** Decke der Mundhöhle vom Frosch nach Entfernung des Unterkiefers. *ms* Zähne des Oberkiefers, *ch* Einmündung der beiden Nasenhöhlen in die Mundhöhle, *choanae*, *p* Mundhöhlendecke, Gaumen, *oe* Eingang in die Speiseröhre, *t* Mündung der *Tuba Eustachii*.

einen mittlern, welcher in die Speisewege weiter führt, und zwei seitliche, die in die Athmungshöhle — Kiemenhöhle — führen (Fig. 7), durch den Mund diesem nach nicht allein Nahrungsmittel, sondern auch das Athmungsmedium aufgenommen wird. Nur bei Plagiostomen, namentlich den Rochen, aber auch vielen Haien (mit Ausnahme von Carcharias, Zygaena u. a.) führen aus der Mundhöhle auch noch zwei Oeffnungen — sog. Spritzlöcher — nach oben, die hinter den Augen ausmünden, und das Wasser, was, wenn bei geschlossenem Munde geathmet wird, durch die äussere Kiemöffnung in die Kiemhöhlen eingezogen wird, wieder nach oben ausführen. Bezüglich dieses Aufgehens der Nasenhöhle in die Mundhöhle sei jedoch bemerkt, dass dies nur für die Nasenhöhle gilt, so weit sie Durchgangshöhle für das Athmungsmedium ist, nicht aber, so weit sie Riechorgan ist. Letzteres ist nämlich nicht mit in die Mundhöhle übergegangen, sondern ausserhalb geblieben, und in Gruben verlegt, welche über der Schnauze sich befinden.

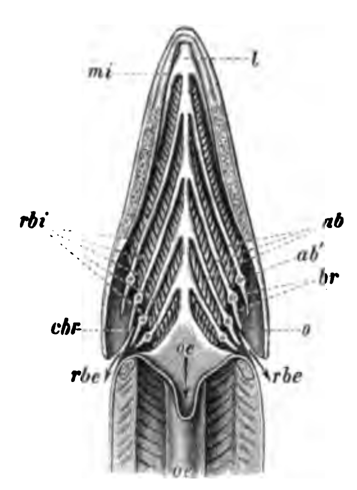



Fig. 7. Mund- und Kiemenhöhle im horizontalen Durchschnitte eines Knochenfisches. *mi* Unterkiefer, *l* Zunge, *o* Kiemendeckel, *rbe* äussere Kiemenspalte, *ab* Kiemenbogen, *ab'* dieselben im Durchschnitt, *br* die auf denselben aufsitzenden Kiemen, *rbi* innere Kiemenspalten, aus der Mundhöhle in die Kiemenhöhle *(cbr)* überführend, *oe* Eingang zur Speiseröhre.

Bei diesen 3 letzten Wirbelthierklassen, bei welchen die Athmungs- und Speisewege nicht hinter der Mundhöhle, sondern in dieser selbst zusammenstossen und sich kreuzen, fällt der Schlundkopf ganz weg und führt die Mundhöhle direkt in die Speiseröhre über. Der Schlundkopf hat also nur die Bestimmung, die Kreuzung der Athmungs- und Speisewege hinter der Mundhöhle möglich zu machen.

Die Mundhöhle des Menschen ist vorn an ihrem Eingange mit fleischigen Lippen und auch hinten an ihrem Ausgange mit lippenähnlichen Duplicaturbildungen, dem Gaumensegel und den Gaumenbogen und seitlich von muskulösen Backen umgeben, durch welche Theile sie sich nach vorn und hinten abschliessen und ihre Form und Weite verschieden verändern kann. Die Abschliessbarkeit ist ein Erforderniss beim Kauen der Nahrungsmittel, die Veränderlichkeit der Form und Weite durch die Muskeln der Lippen, Backen in Gemeinschaft mit der beweglichen muskulösen Zunge befähigt zum Saugen und zur Sprachfunction. Die Lippen für sich können auch zum Ergreifen von äusseren Objecten, z. B. der Nahrungsmittel verwendet werden, wovon allerdings der Mensch, weil er in den Händen bessere Greiforgane besitzt, nicht leicht Gebrauch macht; nur wenn er dieser entbehren muss, kann es dazu kommen.

Was nun diesem gegenüber die **Mundhöhle der Wirbelthiere** anbelangt, so sind dieser einerseits nicht alle Leistungen der menschlichen übertragen und anderseits hat sie Leistungen zu machen, welche dieser fehlen; daher sie auch Einrichtungen erhalten hat, die zum Theil sehr von denen abweichen, welche diese besitzt.

Für die Sprachfunction hat sie nichts zu leisten, da die Thiere nicht sprechen. Der Lippen, Backen, Gaumensegel und Zunge könnte sie in Beziehung auf solche Leistungen ganz entbehren. Allein wo feste Nahrungsmittel in der Mundhöhle gekaut werden, also die letztere vorn und hinten verschliessbar sein muss, wo Saugbewegungen mit derselben zur Aufnahme flüssiger Nahrungsmittel gemacht werden sollen, ähnlich wie beim neugeborenen Kinde, — da sind Lippen, Backen, Gaumensegel und eine bewegliche, muskulöse Zunge dennoch nicht entbehrlich. Daher die Säugethiere, bei denen derartige Leistungen der Mundhöhle gefordert werden, indem sie ihre cohaerenten Nahrungsmittel kauen, bevor sie diese verschlucken und flüssige Nahrung, wie besonders die neugeborenen Jungen die Milch aus den Zitzen der Mutter, einsaugen, — mit Lippen, Backen, Gaumensegel, sowie mit einer beweglichen muskulösen Zunge im Allgemeinen ausgerüstet sind, während den übrigen Wirbelthieren, bei welchen nicht mehr gekaut wird, auch flüssige Nahrung nicht mehr durch Saugen aufgenommen wird, diese Bildungen fehlen. Weder Vögel, noch Amphibien und Fische haben Lippen oder Backen oder ein Gaumensegel.

Bezüglich des Mangels des Gaumensegels macht nur das Krokodil (Fig. 8) eine Ausnahme, indem bei ihm sich ein solches vorfindet, welches ihm die Mundhöhle nach hinten abschliessbar macht und die Folge der Verlegung der Kreuzung der Speise- und Luftwege hinter die Mundhöhle ist, was bei der räuberischen Lebensweise diesen Thieren allerdings um so mehr zu Statten kommt, als dadurch das Athmen noch ununterbrochen fortdauern kann, wenn auch die Mundhöhle von der erfassten Beute auf einige Zeit undurchgängig gemacht ist. Das Gaumensegel der Säugethiere, sowie das des Krokodils hat nur die Abweichung vom menschlichen, dass das Zäpfchen *(Uvula)* ziemlich allgemein fehlt. Doch bei den Affen und einigen Wiederkäuern (Giraffe, Camel) finden sich Andeutungen davon.

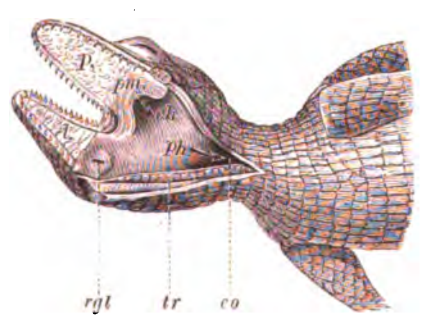



**Fig. 8.** Mundhöhle von *Crocodilus sclerops* von der Seite geöffnet. *l* Zunge, *p* Gaumen, *pm* Gaumensegel, *ch* Einmündung der *choanae* der Nasenhöhle hinter der Mundhöhle in den Schlundkopf *(ph)*, *oe* Eingang zur Speiseröhre, *rgl* Eingang zum Kehlkopfe, Kehlritze, *tr Luftröhre*.

Wenn nun auch der Besitz von Lippen und Backen als eine

Eigenthümlichkeit der Säugethiere bezeichnet werden konnte, so ist doch nicht unerwähnt zu lassen, dass das nicht ausnahmslos für alle gelte, da es einzelne Ordnungen unter denselben gibt, nämlich die Cetaceen und Monotremen, die der Lippen und Backen gänzlich entbehren. Bei den Monotremen sind die Kieferränder sogar ähnlich wie bei den Vögeln mit einer, einem Entenschnabel sehr ähnlichen Hornscheide bekleidet. Wie die Jungen dieser Thiere an den Zitzen der Mutterbrust saugen, ist allerdings auch noch nicht recht klar.

Bei den übrigen Wirbelthieren, die der Lippen und Backen ganz entbehren, werden die Kieferränder einfach von der äussern Haut überzogen oder, wie bei den Vögeln, den Schildkröten und manchen Fischen von Hornscheiden, bei den Vögeln den s. g. Schnabel darstellend, bekleidet. Doch gibt es unter den Amphibien und Fischen einzelne Fälle, wo lippenähnliche Bildungen, wie namentlich bei den Labrusarten (Fig. 9) auftauchen. Allein sie haben keine Muskulatur.

Die Mundöffnung ist bei den Säugethieren, wenn man von ihrer geringen Grösse bei den Nagern absieht, im Allgemeinen sehr viel weiter, als beim Menschen, stellt einen tiefer, als bei diesem, in die Backen einschneidenden Spalt dar. Wo aber die Backen ganz fehlen, wie bei den übrigen Wirbelthieren, ist das Maul noch tiefer eingespalten und noch weiter als dort.



Fig. 9. *Labrus* mit lippenähnlichen Hautduplicaturen, die jedoch ohne Muskulatur sind.

Doch gibt es auch davon Ausnahmen. So ist die Mundöffnung, während sie bei Raubfischen (Fig. 10) weit ist, bei Fischen, die von Pflanzennahrung leben (Fig. 11), ziemlich eng. Ja bei den Cyclostomen ist der



Fig. 10. *Gadus merlucius.*

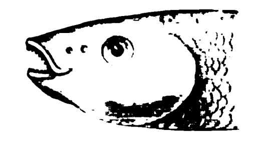


Fig. 11. *Box salpa* mit kleinem Munde.

Mund zu einem wirklichen Saugnapf, und bei der Meernadel *(Sygnathus)*, bei Fistularia u. a. in eine enge lange Röhre ausgezogen (Fig. 12), offenbar dazu bestimmt, Lippen und Backen in ihrer Beziehung zur Vermittlung von Saugbewegungen zu ergänzen.



Fig. 12. Meernadel *(Sygnathus)* mit röhrenformig ausgezogenem Munde.

Die Backen besitzen bei manchen Säugethieren noch eigenthümliche Vorrichtungen, wodurch sie zu Aufbewahrungsbehältern der Nahrungsmittel werden. Manche Thiere leben

nämlich unter Verhältnissen, wo ihnen, bei lebhaftem Nahrungsbedürfnisse, nicht immer die nöthige Menge von Nahrung zu Gebote steht, um ihr Hungergefühl zu befriedigen, während zu anderer Zeit sie vielleicht wieder mehr Nahrung finden, als zur Stillung ihres augenblicklichen Hungers erforderlich ist. Um in solchen Fällen die überschüssige Nahrung reserviren und damit ein späteres Nahrungsbedürfniss befriedigen zu können, sind in der Umgebung der Mundhöhle Behälter angelegt, die mit den sich ergebenden überschüssigen Nahrungsmitteln von den Thieren gefüllt werden, um später davon zehren zu können. Diese Behälter werden durch Aussackungen der Schleimhaut der Backen unter die äusseren Bedeckungen gebildet und werden Backentaschen genannt (Fig. 13).

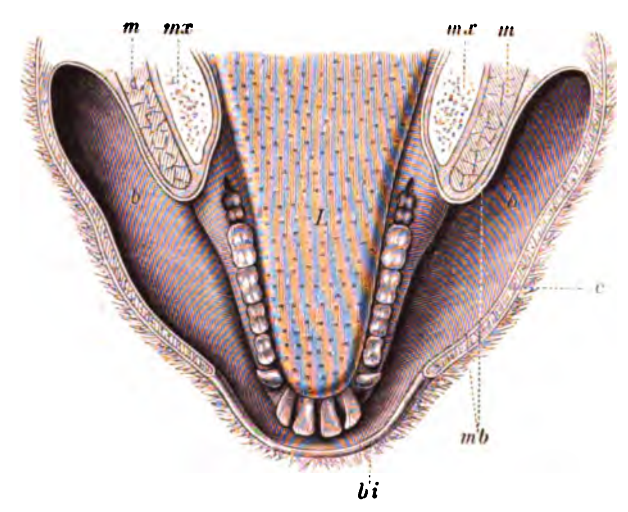



**Fig. 13.** Backentaschen eines Affen (*Cercopithecus*). *bi* Unterlippe, *c* äussere Haut der Backe, *mb* Schleimhaut, welche sich rückwärts zur Backentasche (*b*) ausstülpt. *l. lingua*, *m. musc. masseter*, *mx* Durchschnitt des Astes des Unterkiefers.

Solche Backentaschen haben viele Affen der alten Welt (Cercopithecus, Inuus, Cynocephalus), und mehrere Nager [Cricetus (Fig. 14), Arctomys, Coelogenis Paca , Ascomys u. A.]. Bei Ascomys (Fig. 15) (s. g. Taschenmaus) ist indess der Eingang in die Taschen nicht von innen, sondern von aussen, daher diese auch nicht durch Ausstülpung der Schleimhaut, sondern durch Einstülpung der äusseren Haut gebildet — und äussere Backentaschen genannt werden. Ihre Höhle, die sich unter der äusseren Haut bis zur Schulter nach hinten erstreckt, hat daher auch eine haarige Auskleidung.

Nicht alle Wirbelthiere indess, bei welchen gleiche Anforderungen an die Herstellung solcher Reservoire gemacht sind, besitzen Backentaschen; denn diejenigen, welche keine Backen haben, können natürlich auch keine

Backentaschen haben. Hier musste die Natur derartige Behälter anderwärts, wie z. B. am Boden der Mundhöhle oder an der Speiseröhre u. dgl.




Fig. 14. Backentaschen des Hamster (*Cricetus*). *b* Backentaschen, durch die Haut durchschimmernd, *b'* Eingang derselben.

anlegen. So bildet die Mundhöhle bei den Pelikanen nach unten eine grosse, sackartige Erweiterung und bei der männlichen Trappe öffnet sich unter der Zunge ein häutiger Sack, der von der Luftröhre bis zum Schlüsselbein herabsteigt. Bei den meisten Vögeln sind diese Nahrungsbehälter in den Oesophagus verlegt, wo sie den sog. Kropf (*Ingluvies*) darstellen (siehe Speiseröhre). Ja es können diese Reservoire, wenn die Thiere namentlich auf voluminöse, vegetabilische Nahrungsmittel angewiesen sind, bis zum Magen herabrücken und scheinbar Abtheilungen dieses darstellen, wie wir dies später beim Magen näher werden kennen lernen.



Fig. 15. Aeussere Backentaschen der Taschenmaus (*Ascomys*). *b* Backentasche unter der Haut liegend, *b'* Eingang derselben aussen, neben dem Munde liegend.

*a. Drüsen der Mundhöhle.*

Die menschliche Mundhöhle besitzt sowohl Schleimdrüsen, die ihren Sitz in der Schleimhaut haben, wie die Lippen-, Backen-, Gaumen-, und Zungendrüsen, theils drei grössere Drüsen zur Absonderung des Speichels — Speicheldrüsen —, welche in der Umgegend liegend, ihre Ausführungsgänge in die Mundhöhle leiten. Eine derselben, die grösste, liegt vor dem Ohre — Ohrspeicheldrüse — deren Ausführungsgang durch die Backen in die Mundhöhle führt; eine zweite liegt unter dem Unterkiefer — Unterkiefer-Speicheldrüse — deren Ausführungsgang unter der Zungenspitze in den Mundhöhlenboden mündet; die dritte und kleinste endlich liegt dicht unter der Schleimhaut des Bodens der Mundhöhle — Unterzungenspeicheldrüse —, deren Ausführungsgänge theils mit dem der vorhergehenden Drüse zusammenfliessen, theils gesondert in dem seitlichen Theil des Bodens der Mundhöhle einmünden.

Das Secret dieser Drüsen — der Speichel, eine wässerige Flüssigkeit, vermischt sich mit dem Mundschleim, um theils die Schleimhaut der Mundhöhle und die Zunge zur Erleichterung der Bewegungen dieser, theils die Nahrungsmittel zur Erleichterung ihrer Bewegung in der Mundhöhle beim Kauen, und bei deren Weiterbeförderung nach dem Schlunde, anzufeuchten. Nebst dieser mechanischen Leistung hat der Speichel aber auch noch eine chemische, indem er nämlich Stärkmehl in Zucker umzuwandeln vermag, jedoch diese Wirkung nicht schon in der Mundhöhle, sondern erst im Magen äussert, — eine Wirkung, welche indess auch dem Bauchspeichel zukommt.

Es fragt sich nun, ob beide Leistungen gleichwerthig sind, oder ob nur eine von beiden die Anwesenheit der Drüsen besonders bedingt. Wenn ersteres der Fall wäre, müssten die Drüsen sowohl bei all' denjenigen Wirbelthieren vorhanden sein, welche von Pflanzennahrung leben, als auch bei denjenigen, welche kauen oder grosse Bissen verschlingen; bei jenen, um das Stärkmehl in Zucker umzuwandeln, bei diesen, um die Nahrungsmittel anzufeuchten und den Bissen für's Verschlingen schlüpfrig zu machen. Allein es gibt viele von Vegetabilien lebende Wirbelthiere, wie z. B. Fische, welche keine Speicheldrüsen haben und gibt wieder andere, welche grosse Bissen verschlingen (z. B. das Crocodil u. a.) und gleichwohl der Drüsen entbehren. Es scheint also nur eine von beiden Leistungen die Anwesenheit der Drüsen zu bedingen. Ob aber die chemische oder mechanische es sei, das ist noch festzustellen.

Dass die chemische Wirkung auf Stärkmehl die Anwesenheit der Drüsen nicht bedingt, geht erstlich aus dem Umstande hervor, dass vielen herbivoren Wirbelthieren die Drüsen fehlen, und dann, dass sie auch bei carnivoren Thieren vorhanden sind. Es muss also wohl die

mechanische Wirkung des Speichels die Anwesenheit der Drüsen bedingen. In diesem Falle würde die Entwicklung dieses Secretionsapparates von der Grösse der Anforderung abhängen, welche an die mechanische Leistung gestellt wird und es würden da die Drüsen ganz in Wegfall kommen können, wo die Anfeuchtung der Mundhöhle und der Nahrungsmittel auf anderem Wege zu Stande kommt. Die Untersuchung ihres Verhaltens bei den Wirbelthieren bestätigt nun auch wirklich diese Voraussetzung und zeigt, dass die Bestimmung dieser Drüsen die ist, mit ihren Secreten die Mundhöhle und die Nahrungsmittel anzufeuchten.

Man findet daher die Drüsen bei all' denjenigen Wirbelthieren am stärksten ausgebildet, welche mehr trockene Nahrungsmittel geniessen, wie die herbivoren Wirbelthiere, während bei den Fleischfressern sie schwächer entwickelt zu sein pflegen und bei denjenigen, welche ihre Nahrung im Wasser aufnehmen, wo sie genügend durchfeuchtet bereits in die Mundhöhle gelangt, fehlen die Drüsen gänzlich. Es kann desshalb auch nicht befremden, wenn man sie bei der ganzen Klasse der Fische, sowohl bei herbivoren als carnivoren Fischen, völlig fehlen sieht. Aehnlich verhält es sich zum Theil auch bei den Amphibien. Bei den nackten Amphibien, wie Batrachiern und Perennibranchiaten, die grösstentheils im Wasser leben, fehlen die Drüsen ebenfalls, und bei den beschuppten Amphibien, von denen viele auch oft in's Wasser gehen, wie Saurier und Krokodile, oder grösstentheils darin sich aufhalten, wie die meisten Chelonier, fehlen sie entweder auch, oder sind doch nur sehr schwach entwickelt. Nur bei den Schlangen, die ausserhalb des Wassers sehr umfangreiche Bissen mit grossen Anstrengungen und sehr langsam zu verschlingen pflegen, sind sie stark ausgebildet. Diese haben namentlich 2 grosse Speicheldrüsen (Fig. 16), welche längs der beiden Kieferränder liegen, — Ober- und Unterkieferdrüsen. — Die Oberkieferdrüse fehlt nur den Giftschlangen, wo sie durch die mit dem Giftzahn in Verbindung stehende Giftdrüse ersetzt wird. (Siehe später bei Zahnbewaffnung).

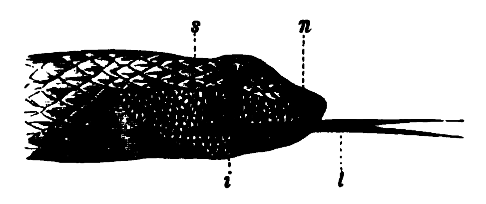


Fig. 16. Speicheldrüsen einer nicht giftigen Schlange aus St. Francisco. *s* Oberkieferdrüse, *i* Unterkieferdrüse, *l* gespaltene vorgestreckte Zunge, *n* Nasenöffnung.

Unter den Vögeln sieht man die Drüsen auch fehlen oder doch schwach entwickelt bei den ihre Nahrung im Wasser Aufnehmenden, während sie bei den andern, welche ausserhalb des Wassers leben, sehr entwickelt sind, ganz besonders bei den körnerfressenden Vögeln. Eine kleine (Fig. 17), der Ohrspeicheldrüse entsprechend, liegt im Mund-

winkel; eine zweite unter dem Unterkiefer — Unterkieferdrüse, und drittens kommen häufig auch kleine Sublingualdrüsen vor.

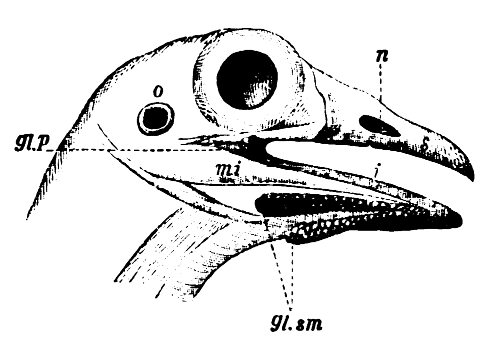



**Fig. 17.** Speicheldrüsen beim Huhn (*Gallus domesticus*). *mi* Unterkiefer, *i* Unterkieferhälfte der Schnabelscheide, *s* Oberkieferhälfte derselben, *gl p Glandula parotis*, *gl sm Glandula submaxillaris*, *n* Nasenöffnung, *o* äussere Ohröffnung.

Am meisten findet man diese Drüsen bei den Säugethieren ausgebildet, obschon sie auch hier nicht die relative Grösse, wie beim Menschen erreichen, was seinen Grund wohl darin hat, dass die Bewegungen der Zunge wegen Wegfalls der Sprachfunktion viel einförmiger sind, als beim Menschen, desshalb auch eine geringere Anfeuchtung der Mundhöhle und Zunge hier schon genügend ist. Am verhältnissmässig grössten und stärksten sind die Drüsen bei den herbivoren Säugethieren (Fig. 18), schwächer

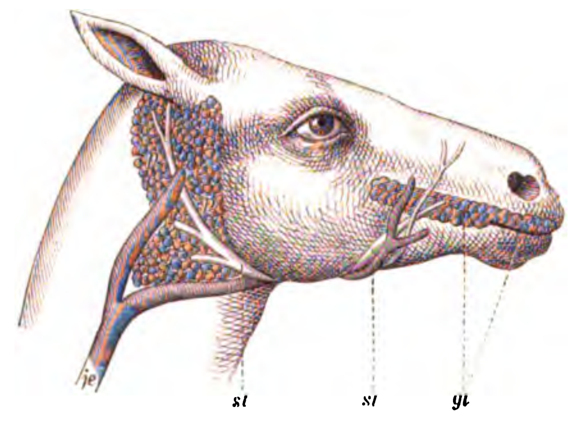



**Fig. 18.** *Equus caballus.* *p* Ohrspeicheldrüse (*Gl. parotis*), *st* Ausführungsgang derselben (*Ductus Stenonianus*), welcher, statt quer über den *M. masseter* zu gehen, unter den Unterkiefer herabsteigt und erst weiter vorn, in der Nähe der Stämme der Antlitzgefässe zur Backe emporsteigt, *gl* Lippen- und Backendrüsen, *je Vena jugularis externa.* (Nach Gurlt.)

bei den carnivoren, und bei den im Wasser lebenden carnivoren Cetaceen fehlen sie ganz, während die von Ufergras lebenden herbivoren Cetaceen (Manatus, Dugong) dieselben wieder besitzen; wenigstens haben sie zwei grosse Parotiden. Alle diese Thatsachen sprechen deutlich den Beweis aus, dass diese Drüsen ihr Secret nur zu dem Zwecke der Anfeuchtung der Mundhöhle und der Nahrungsmittel in diese liefern.

Bezüglich der Ausführungsgänge der Speicheldrüsen sei hier nur die Abänderung erwähnt, dass der Ausführungsgang der Ohrspeicheldrüse

bei den Einhufern, Wiederkäuern und dem Schwein, nicht, wie beim Menschen, über den *Musc. masseter*, sondern von unten über den Unterkiefer zur Backe heraufsteigt (Fig. 18), bei den carnivoren dagegen über den *Masseter* zur Backe gehen.

Bei Dasypus gehen 5—6 Ausführungsgänge der *Gl. submaxillaris* in eine muskulöse Blase, deren Gang nach vorn laufend, an der Symphyse des Unterkiefers mündet (Rapp). Bei dem Kaninchen u. A. kommen zu den gewöhnlichen Mundspeicheldrüsen noch einige accessorische Drüsen hinzu, die allerdings nur stärker entwickelte Backendrüsen sind. Eine — *Glandula infraorbitalis* — die ansehnlichste liegt im vorderen unteren Theil der Augenhöhle unter dem vorderen Ende des unteren Augenlides, deren Ausführungsgang nach vorn abwärts verläuft, um in der Gegend des 3. oberen Backenzahns in die Mundhöhle zu münden. Einzelne Drüsenläppchen *(Gl. buccales superiores)* liegen noch in der Nähe der Einsenkungsstelle derselben. Eine andere nicht unansehnliche Drüse *(Gl. buccalis inferior)*, welche der Infraorbitaldrüse an Grösse nicht viel nachsteht, liegt in der Höhe der unteren Backenzähne, vor dem *Musc. masseter* und sendet 4—5 kleine Ausführungsgänge durch den unteren Theil der Backe in die Mundhöhle (W. Krause). Bei Myrmecophaga tamandua ist die *Gl. submaxillaris* von ganz ungewöhnlicher Grösse, wo sie vom Kieferwinkel bis zur *Sternum* und der Schulter sich ausdehnt, in 3 einzelne Drüsen zerfällt, von denen jede einen besonderen Ausführungsgang nach vorn entsendet, während die *Gl. parotis* von nur geringer Grösse ist (J. Chatin).

### *β. Zunge (Lingua).*

Die Bestimmung der menschlichen Zunge ist: 1) Geschmacksorgan, 2) Fühl- und Tastorgan, 3) Bewegungsorgan für die in die Mundhöhle eingebrachten Nahrungsmittel, 4) Sprachorgan, und 5) in Verbindung mit Lippen und Backen auch noch Saugorgan zu sein. Bei den Wirbelthieren fällt nun eine von den bezeichneten Functionen, nämlich die Sprachfunction ganz weg; dagegen verbleiben ihr die übrigen mehr oder weniger erhalten, obschon sie sich bei den verschiedenen Wirbelthieren sehr verschieden entwickelt zeigen, und bei manchen eine oder die andere Function so sehr in den Vordergrund tritt, dass auch die übrigen ganz verdrängt werden. Bei vielen Wirbelthieren tritt noch eine neue Function hinzu, nämlich ein Fang- oder Greiforgan für die aufzunehmenden Nahrungsmittel zu sein. Ueberhaupt ist die Rolle, welche die Zunge bei der Aufnahme der Nahrungsmittel spielt, bei manchen Thieren so überwiegend, dass davon oft allein Form und Bau der Zunge bedingt werden.

Wie weit die Zunge Geschmacksorgan sei, lässt sich nicht überall mit Bestimmtheit feststellen, oft nur nach Analogie erschliessen. Jedenfalls ist diese Function nur da mehr ausgebildet, wo, wie beim Menschen, die Nahrungsmittel gekaut werden und das Schmeckbare dadurch den Geschmacksnerven zugänglich gemacht ist, während wohl wenig Gelegenheit zum Schmecken geboten wird, wo der aufgenommene Bissen ohne viel zer-

winkel; eine zweite unter dem Unterkief ... ındhöhle aufzuhalten,
drittens kommen häufig auch kleine Sub' ... ı carnivoren, herbiv
...ethieren, welc'
...cht ganz auss
...Bau, nach
...am me
...e P
...er

Fig. 17. Speicheldrüsen beim H... Unterkiefer, *i* Unterkieferhälfte ... kieferhälfte derselben, *gl p* Gl... *submaxillaris*, *n* Nasen...

...elen
...ı. Dasse.
...uch eine weich
...den der Mundhöhle,
schon genügend i... ...achsen ist. Auch bei denjen...
die Drüsen be... ...ula, Ciconia u. A., eine kleine, rudi-
...ei solchen Säugethieren, bei welchen, wie
...unge auch unbeweglich am Mundhöhlenboden an-
...nicht möglich zu bestimmen, ob sie noch zur Vermitt-
...acksempfindung dienen. Auch bei denjenigen Thieren, bei
...unge mit verhornten Epithelialbildungen, wie mit Hornstacheln
...nplatten und Hornschuppen besetzt ist, wie Ersteres unter den
...gethieren bei dem Genus Felis (*Felis leo*, *tigris*) und Letzteres beim Stachelschwein der Fall ist, — wird die Leistung der Zunge als Geschmacksorgan jedenfalls nicht gross sein können. Das Gleiche gilt auch von der Zunge der meisten Vögel, deren Spitze mehr oder weniger verhornt zu sein pflegt oder wie bei den Gänsen, Enten, Schwänen u. a., mit stark vorhornten Papillen und Stacheln, deren Spitzen, wie die Stacheln auf der Zunge des Löwen und Tigers, rückwärts gerichtet sind, besetzt zu sein pflegen. Auch der Besatz des Zungenknochens mancher Fische, besonders der Raubfische mit stachelförmigen Zähnen, deren Spitzen rückwärts stehen, gehört hierher. Bildungen, wie die eben angeführten, sind vorzüglich darauf berechnet, die in die Mundhöhle gelangten Bissen leichter darin zurückzuhalten und sein Entweichen nach aussen zu verhindern. Bei manchen Thieren, wie unter den Säugethieren bei den Wiederkäuern, Einhufern u. a. und dann bei den meisten Vögeln ist auch noch die Schleimhaut der übrigen Mundhöhle, wie die des Gaumens, der Backen u. s. w. mit ähnlichen, auf das leichtere Zurückhalten der mit dem Maule erfassten Nahrungsmittel berechneten Papillen und Stachelbildungen besetzt.

Von ähnlicher Bedeutung sind auch die Barten der Wallfische

(Fig. 19) welche breite, senkrecht von der Mundhöhlendecke herabhängende, dicht beisammenstehende Hornplatten (Fig. 20) sind, die nach unten sich verdünnen und zerfasern und eine Art Gitter bilden, durch welches die beim Ausstossen des aufgenommenen Wassers mit aufgenommenen zahllosen kleinen Mollusken, wovon die Wallfische leben, zurückgehalten werden.

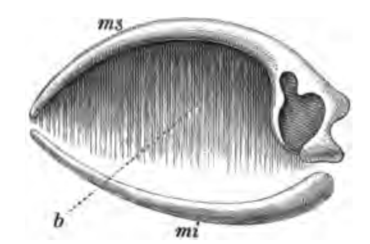



**Fig. 19.** Barten des Wallfisches (*Balaena mysticetus*). *b* die Barten, von der Decke der Mundhöhle herabhängend, *ms* Oberkiefer, *mi* Unterkiefer.



**Fig. 20.** Das untere Ende einer Barte od. Hornplatte, sich zuspitzend und zerfasert.

Die Spitze der menschlichen Zunge ist auch noch der Träger eines selbst sehr feinen Fühl- und Tastsinnes, der berechnet ist, die Bewegung der Nahrungsmittel innerhalb der Mundhöhle und durch dieselbe zu leiten. Daher sie auch durch zahlreiche Muskeln zu den mannichfaltigsten Bewegungen befähigt ist. Aehnlich verhält sich auch die Zunge der bei Weitem meisten Säugethiere, Vögel und zum Theil der Amphibien. Allein während diese Tastfunction auch hier, wie beim Menschen im Allgemeinen nur auf die Bewegung der Nahrungsmittel sich zu beziehen pflegt, finden wir bei Amphibien den Fall, dass die sehr entwickelte Tastfunction der Zungenspitze zur Locomotion in Beziehung tritt. Nämlich bei vielen Reptilien, wie Sauriern und Schlangen (Fig. 16), dient die feinfühlende Zungenspitze zur Prüfung der Fläche, über welche das Thier sich bewegen will. Die Zunge ist hier sehr lang, weit aus dem Munde vorstreckbar, weich und glatt und in 2 Tastspitzen, gleichsam in 2 Finger gespalten, womit sie den Boden, auf welchem sie sich fortbewegen, betasten, um genügende Kenntniss des ganzen Terrains sich zu verschaffen, was diesen Geschöpfen um so mehr zu Statten kommt, als sie, besonders die Schlangen, ein schlechtes Gesicht haben, aber auch mit gutem Gesichte bei der kriechenden Bewegungsweise ein weiter Blick ihnen doch nicht möglich wäre.

Die Spaltung der Zunge in 2 Spitzen findet sich indess auch schon bei manchen Vögeln, wie z. B. bei den Colibri (Fig. 22), ja selbst bei den Robben unter den Säugethieren vorbereitet. Dass sie aber auch auf die Tastfunction sich beziehe, ist nicht wahrscheinlich, da die Zunge wenigstens bei den Robben wenig beweglich und nicht aus der Mundhöhle vorstreckbar ist.

Wo die Zunge als Greif- oder Fangorgan dienen soll, um damit die Nahrungsmittel in die Mundhöhle einzuführen, erhält sie mitunter ganz eigenthümliche Einrichtungen, namentlich pflegt sie sich durch grosse Länge

auszuzeichnen. So haben die Wiederkäuer schon eine auffallend lange Zunge, womit sie beim Abrupfen der Gräser diese umfassen, um sie nach der Mundhöhle zu führen. Besonders lang ist die Zunge der Giraffe, welche mit derselben Baumzweige umschlingt, um sie dem Munde zuzuführen. Bei dem Ameisenfresser ist die Zunge verhältnissmässig noch sehr viel länger, wurmförmig gestaltet und schleimig belegt, welche diese Thiere in einen Ameisenhaufen vorstrecken, um die daran klebenden Ameisen durch Zurückziehen der Zunge in die Mundhöhle einzuschlürfen. Aehnlich wurmförmig und weit vorstreckbar ist auch die Zunge bei Spechten (Fig. 21) und an der Spitze mit Widerhäkchen versehen, um damit die Insecten aus der Tiefe der Spalten der Baumrinde hervorzuholen. Mit Widerhäkchen ist auch die ziemlich lange und gespaltene Zunge der Colibri (Fig. 22) besetzt, um in ähnlicher Weise damit die Insecten aus der Tiefe der Blumenkelche zu holen.

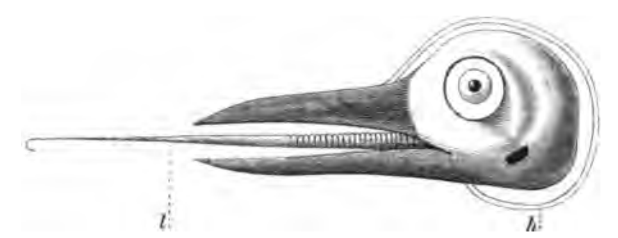



Fig. 21. Grünspecht (*Picus viridis*). *l* die vorgestreckte Zunge, an ihrer Spitze mit einem feinen Häkchen, *h* Zungenbein (*Os hyoideum*).

Bei dem Chamaeleon (Fig. 23) unter den Reptilien ist ebenfalls die Zunge wurmförmig und aus dem Munde vorstreckbar, um mit der napf- oder schaufelförmig gestalteten verdickten Spitze die Fliegen zu erhaschen. Beim Frosch hat die Zunge zu ähnlichem Zwecke eine andere Einrichtung erhalten. Sie ist gleichsam umgekehrt, die gespaltene Spitze nach hinten gegen den Schlund richtend, und wird nach vorn aus dem Munde herausgeworfen um rasch wieder nach dem Munde zurückgeklappt zu werden, wenn die Thiere fliegende Insecten fangen wollen. (Fig. 24.)



Fig. 22. Gespaltene Zunge vom Colibri (*Trochilus mango*), an den Spitzen mit Widerhäkchen besetzt (nach R. Wagner).

Sind Thiere, wie manche Vögel, auf den Genuss von Pflanzensäften angewiesen, und ist ein Aufsaugen derselben mit dem Munde nicht möglich, weil Lippen und Backen oder die sonstige dafür sich eignende Gestaltung des Mundes fehlen, so erhält die Zungenspitze eine pinselähnliche Gestalt, wie dies bei den Honigvögeln *(Cinnyridae)* der Fall ist, welche damit den süssen Saft aus den Blumenkelchen holen.

Sehr sonderbar ist die Zunge des Kreuzschnäblers *(Loxia)* gestaltet, nämlich das verhornte, der Spitze entsprechende vordere Ende ist schaufelförmig ausgehöhlt, um damit die Samen aus den Zapfen der Coniferen zu gewinnen. (Fig. 25.)

Wo Leistungen dieser oder jener Art, wie sie im Vorhergehenden be-

sprochen wurden, in Wegfall kommen, keinerlei Anforderungen mehr an die Zunge gestellt werden, da verkümmert sie entweder in hohem Grade oder mangelt selbst ganz. Ersteres findet sich unter den Vögeln, beim Storch, Pelikan, Sula u. a. und dann bei den meisten Fischen; Letzteres dagegen, nämlich der Zungenmangel, bei Pipa, Proteus, Siren und unter den Schildkröten bei Matamata fimbriata.

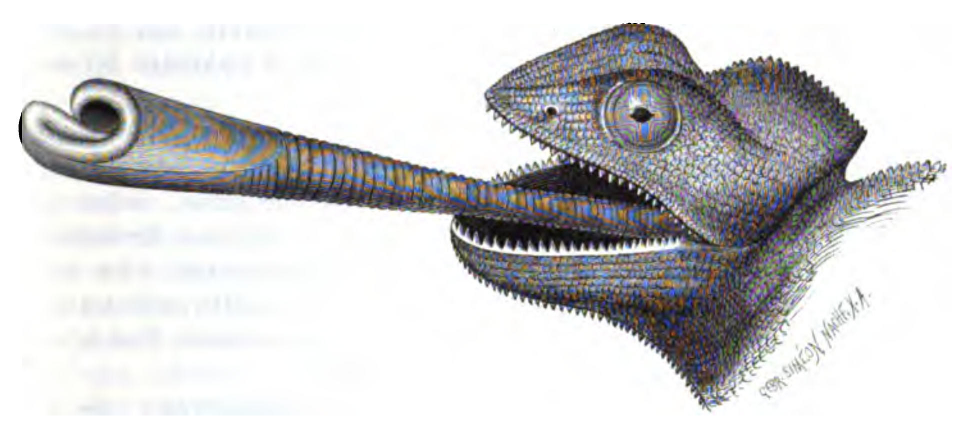


Fig. 23. Chamaeleon mit aus der Mundhöhle hervorgestreckter Zunge.

*γ. Bewaffnung der Mundhöhle mit Zähnen oder hornigen Bildungen.*

Bei den bei Weitem meisten Wirbelthieren ist die Mundhöhle, ähnlich wie beim Menschen, auch mit Zähnen ausgerüstet, die aber nicht so allgemein, wie dort, zum Zerkleinern der Nahrungsmittel dienen, da nur die wenigsten, wie die Säugethiere, und diese nicht einmal alle, ihre Nahrungsmittel kauen. Bei den meisten Wirbelthieren, wie unter den Säugethieren bei den Delphinen, dann bei den Amphibien und Fischen, dienen sie mehr zum Ergreifen und Festhalten der Nahrungsmittel im Munde; bei manchen werden sie nur als Waffe zum Angriff und zur Vertheidigung gegen Feinde u. dgl. benützt. So werden bei den Giftschlangen solche Zähne — sog. Giftzähne — dadurch zu einer sehr geschärften Waffe, dass sie noch von dem Ausführungsgang einer Giftdrüse der Art durchbohrt werden, dass das Secret dieser in die Wunde ergossen wird, welche jene veranlassen.



Fig. 24. Zunge von *Rana esculenta*, aus der Mundhöhle herausgeschlagen.

Nicht wenige Wirbelthiere (die meisten Edentaten, Monotremen, Cetaceen, alle Vögel, einige Amphibien und manche Fische) entbehren jedoch entweder jeder Art von Zahnbewaffnung oder haben wenigstens nur höchst rudimentäre Zahnbildungen. In diesen Fällen

sind entweder die Kiefer einfach von weicher Haut bekleidet, wie unter den Säugethieren bei den Edentaten und den Wallfischen (die nur in der Jugend Zähne haben), unter den Amphibien bei Chelis und Pipa, unter den Fischen bei den Lophobranchiern, den Stören, Cyprinen und Branchiostoma lubricum — oder die Kiefer sind mit einer Hornscheide bekleidet, wie unter den Säugern bei den Monotremen, dann bei allen Vögeln, hier den sog. Schnabel bildend, und unter den Amphibien bei den Schildkröten. Diese

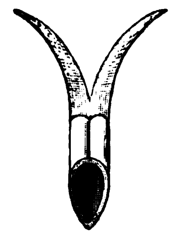


Fig. 25. Zunge v. *Loxia*.

aa. *Hornscheiden der Kiefer*

werden, wenn sie auch nicht die fehlenden Zähne ersetzen können, hier und da doch in ähnlicher Absicht gebraucht, wie die Zähne, indem sie vermöge der Härte ihrer Substanz wenigstens zum gröblichen Zerdrücken und Zertheilen der in den Mund genommenen Nahrungsmittel, oder zum Abbeissen und dgl. dienen. Daher haben auch z. B. die Hornscheiden der Kiefer der Chelonier scharfe Kanten, wenn sie von animalischer Kost leben, stumpfe dagegen bei den von Vegetabilien lebenden.

Der Schnabel der Vögel ist vorzüglich Greifwerkzeug, die als Greiforgane sonst fungirenden vorderen Gliedmaassen, die wegen ihrer Umgestaltung zu Flugwerkzeugen zu dieser Function unfähig wurden, ergänzend. Bei den Vögeln, welche ihre Nahrung im Wasser suchen, wie bei den Schwimmvögeln (Tauchern, Enten u. A.) trägt oft die Schnabelscheide noch kleine Hornzähne, um damit den gefassten Bissen besser festhalten zu können und sein Entschlüpfen zu verhindern.

Da der Schnabel hauptsächlich zum Ergreifen der Nahrungsmittel dient, aber auch häufig zur gröblichen Zerkleinerung der zwischen die beiden Schnabelhälften gebrachten cohaerenten Nahrungsmittel und zum Abbeissen kleiner Stücke von einem grösseren Bissen gebraucht wird, haben, obschon die Vögel nicht eigentlich kauen, doch Beschaffenheit der Nahrungsmittel und Verschiedenartigkeit der Verhältnisse, unter denen diese gewonnen werden müssen, auf Form, Grösse und Stärke des Schnabels einen grossen Einfluss, und lässt sich für die verschiedenartigen Schnabelbildungen der Vögel vorzüglich von diesem Gesichtspunkte aus einiges Verständniss gewinnen.

So ist der Schnabel beim s. g. Austerndieb (*Haematopus*) (Fig. 26) meisel- und keilförmig, um damit die geschlossenen Schalen der Muscheln zu öffnen. Die Schwalben haben einen an der Basis breiten, kurzen, flachen Schnabel, der ein weites Maul macht, um damit leichter die Insecten im Fluge erhaschen zu können. Sumpfvögel (Storch, Reiher, Schnepfe u. a.) haben lange dünne Schnäbel, um damit tief in den Schlamm,

in dem sie nach Nahrung suchen, hineinreichen zu können, während Raben, Krähen u. dgl. einen kürzern, aber stärkeren Schnabel haben zum Wühlen in der Erde. Gleichfalls kräftige, kegelförmige Schnäbel haben die Spechte (Fig. 21), um damit an die Rinde der Bäume zu schlagen, die in den Spalten der Rinde sich aufhaltenden Insecten in Bewegung zu bringen und sie dann mit Hülfe ihrer an der Spitze mit Häkchen besetzten langen Zunge daraus hervorzuholen. Körner fressende Vögel haben kurze, kräftige Schnäbel, um damit grössere Druckwirkungen auf die zwischen die beiden Schnabelhälften gebrachten Samenkörner u. dgl. ausüben zu können. Die Papageien haben ebenfalls sehr kräftige, kurze, gebogene Schnäbel mit scharfen Kanten, um damit von den, mit den Füssen gehaltenen Bissen Stücke abbeissen zu können. Auf ähnliche Verhältnisse ist auch die Stärke und gedrungene, gebogene Gestalt berechnet, durch welche sich der Schnabel bei den Raubvögeln auszeichnet. Und wenn endlich bei den Loxien der Schnabel sogar eine scheinbar unbrauchbare, ja abenteuerliche Gestalt annimmt, so wird dies doch verständlich, wenn man erwägt, dass diese vorzüglich von den Samen der Coniferen leben, welcher sie sich nur mit Hülfe eines Schnabels bemächtigen können, dessen beide Hälften gekreuzt übereinander stehen (Fig. 27).



Fig. 26. Schnabel v. Austernfischer (*Haematopus*).

bb. *Von den Zähnen überhaupt.*

Die Zähne kann man in wahre und falsche unterscheiden. Erstere sind die gewöhnlichen Zähne, letztere sind Hornzähne. Jene enthalten grosse Mengen von Kalksalzen, wodurch sie grössere Härte erlangen, während diese aus verhorntem Epithel der Mundschleimhaut hervorgehen. Die Hornzähne entwickeln sich entweder auf freistehenden Papillen der Mundschleimhaut, wie dies besonders bei den, den Saugmund der Cyclostomen (Fig. 138) besetzenden Zähnen der Fall ist, oder sie sind stachel- oder leistenförmige Fortsätze der ebenfalls eine verhornte Epithelialbildung darstellenden Hornscheiden der Kiefer, wie dies namentlich an dem Schnabel vieler Vögel (Schwimmvögel u. a.) gefunden wird.

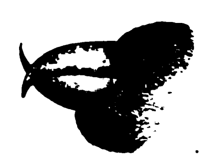


Fig. 27. Schnabel von *Loxia*.

Die wahren Zähne hingegen werden in häutigen Säckchen (Zahnsäckchen) gebildet, welche durch Ausstülpung der Mundschleimhaut entstanden, in die Kieferknochen so eingesenkt sind, dass die entwickelten Zähne nach ihrem Ausbruche dadurch feste, unbewegliche Stellung erhal-

ten. Alle wahren Zähne bestehen mindestens aus einer Substanz; häufig aber aus zwei, ja selbst drei verschiedenen Substanzen: das Zahn- oder Elfenbein, der Schmelz oder die Emailsubstanz und endlich die Cementsubstanz. Wo der Zahn nur aus einer dieser drei Substanzen besteht, ist es das Zahnbein, das ihn bildet. Meistens aber wird das letztere noch von Schmelz und Cement überzogen. Zähne der ersteren Art sind die der Fische, Amphibien und Delphinen, sowie die zu Waffen dienenden Zähne; zu denen der anderen Art gehören die des Menschen und der Säugethiere.

cc. *Zahnbewaffnung der Säugethiere.*

Die Zähne, womit die Kiefer derjenigen Säugethiere besetzt sind, welche ihre Nahrungsmittel vor dem Verschlucken mehr oder weniger kauen, unterscheidet man, wie beim Menschen, in Schneide-, Eck- und Backzähne, von denen die Schneidezähne meiselförmige Kronen zum Zerschneiden, die Eckzähne kegelförmige, über die anderen hervorragende Kronen zum Zertheilen und Festhalten der Nahrungsmittel — und die Backenzähne endlich Kronen mit breiten Kauflächen zum Zerdrücken und Zerreiben der Nahrungsmittel haben. Nur bei Carnivoren besitzen auch die Backenzähne meiselförmige, schneidende Kronen. Doch nicht alle Zähne der Säugethiere sind auf die Zerkleinerung der Nahrungsmittel, das Kauen berechnet; manche, wie die Eckzähne der Carnivoren, dienen mehr zum Festhalten der Beute — Fangzähne. — Auch die spitzen, pfriemenförmigen Zähne, womit die Kiefer der Delphinen besetzt sind, haben nur diese Bedeutung. Andere werden aber auch als Waffe gebraucht, daher sie dann auch stets durch ihre Länge und Stärke ausgezeichnet sind, wie dies namentlich von den langen Eckzähnen des Schweins, des männlichen Moschusthieres, mancher Affen (Cynocephalus, Ateles u. a.), vor allem aber von den langen Zähnen des Elephanten, Wallrosses, Narwals u. A. gilt.

dd. *Bau der Säugethierzähne.*

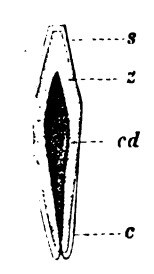


Fig. 28. Einfacher Säugethierzahn. *cd* Zahnhöhle, *z* Zahnbein, *s* Schmelz, *c* Cement.

Meistens werden auch hier (Fig. 28) die Zähne von den drei, an den menschlichen vorhandenen Zahnsubstanzen, dem Zahnbeine, dem Schmelz und dem Cement gebildet, und wie dort, bildet auch hier das Zahnbein die Wandung der, den Zahnkeim *(Pulpa dentis)* bergenden Zahnhöhle *(Cavum dentis)*, gibt überhaupt die Hauptgrundlage des Zahnes ab, während der Schmelz die über das Zahnfleisch hervorstehende Zahnkrone kappenartig überzieht, und das Cement die im Kiefer stehende Zahnwurzel bekleidet. Zähne dieser Art nennt man einfache *(Dentes simplices)* und findet man sie bei den Affen, Chi-

ropteren, Pachydermen, Carnivoren, Insectivoren, Robben, Beutelthieren u. A.

Der Schmelz der Zähne umgibt nicht immer die Zahnkrone kappenartig, sondern oft, wie an den Schneidezähnen der Nager, Wiederkäuer u. A., nur an der vordern Fläche (Fig. 29), wodurch sie bei der Abnützung eine stets scharf schneidende Kante behalten.

An den Schneidezähnen der Einhufer stülpt sich die Krone mit dem Schmelz in der Richtung der Längsaxe des Zahnes nach der Zahnhöhle (Fig. 30) ein, so dass an der Kaufläche eine kleine Grube entsteht, die von einer, aus Niederschlägen der Mundflüssigkeit und Theilen der Nahrungsmittel (?) hervorgehenden bräunlich harten Substanz ausgefüllt wird.

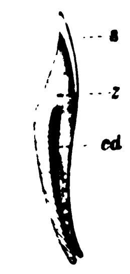


Fig. 29. Schneidezahn eines Wiederkäuers. Bezeichnung wie Fig. 28.

Nutzt sich nun die Krone beim Gebrauche ab, so zeigt die Kaufläche derselben abwechselnd senkrecht stehende Lagen von Schmelz und Zahnbein (Fig. 31), von welchen die des ersteren in Form von Leisten mehr vorspringen, weil sie der Abnützung mehr widerstehen, als die des Zahnbeins, und so die Kronen backenzahnähnlich zum Zerreiben der Pflanzentheile brauchbar werden.

Diese Bildung der Schneidezähne gibt nun den Uebergang zur Formation der Backenzähne mancher Säugethiere ab, die wesentlich zusammengesetztern Bau zeigen, als diese sonst zu haben pflegen. Um die Kaufläche der Kronen der Backenzähne zum Zerreiben und Zermahlen cohaerenter Nahrungsmittel zu befähigen, wird sie dadurch zu einer rauhen, unebenen Fläche gestaltet, dass entweder höckerige Erhebungen mit Vertiefungen abwechseln oder dieselbe abwechselnd von vorspringenden Leisten und rinnenförmigen Vertiefungen durchzogen wird. Ersteres ist der Fall an den Backenzähnen der Omnivoren, Insectivoren, plantigraden Carnivoren, mancher Pachydermen (Schwein u. a.), Chiropteren, Beutelthiere, Letzteres dagegen ausschliesslich an den Backenzähnen der Herbivoren, wie z. B. der Wiederkäuer, Einhufer, Nager und grösseren Pachydermen (Elephant u. a.).

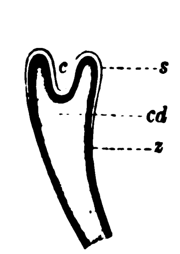


Fig. 30. Unt. Schneidezahn vom Pferd. c eingestülpte Zahnkrone, s Schmelz, z Zahnbein, cd Zahnhöhle.

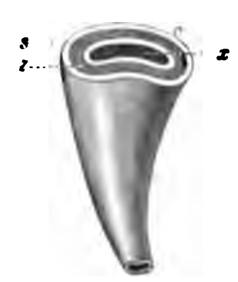


Fig. 31. Unterer Schneidezahn vom Pferde. c abgenutzte Zahnkrone mit den abwechselnden Schmelz- und Zahnbeinleisten, s Schmelz, z Zahnbein, x bräunliche Ausfüllungsmasse.

Die Leisten und Furchen kommen dadurch zu Stande, dass die vom Zahnbein gebildete Wandung der Zahnhöhle durch abwechselnde Ein-

und Ausstülpung gleichsam in Falten sich legt. Dabei zeigt sich noch die Besonderheit, dass der Schmelz, welcher tiefer als sonst gegen die Wurzel herab sich zieht und das Cement, welches ebenso weiter zur Krone sich erstreckt, diese Faltungen mitbilden helfen. Diese Ein- und Ausstülpungen gehen bald von den Seitenwänden (Fig. 32) aus (bei manchen Nagern, wie Biber u. a.), bald (Fig. 33, 34) von der Kaufläche der

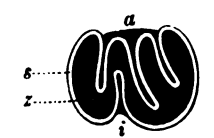



Fig. 32. Oberer Backenzahn vom Biber (*Castor fiber*). *a* Aussenseite, *i* Innenseite, *s* Schmelz, *z* Zahnbein.

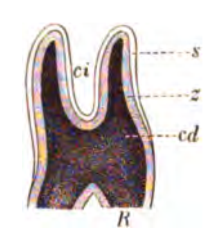



Fig. 33. Durchschnitt eines Backenzahnes v. einem Wiederkäuer. *ci* eingestülpte Zahnkrone, *R* Wurzel, *s* Schmelz, *z* Zahnbein, *cd* Zahnhöhle.

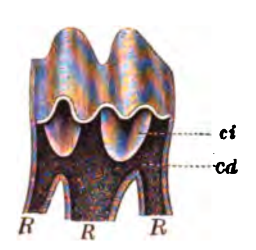



Fig. 34. Backenzahn eines Wiederkäuers von der Seite geöffnet. *ci* eingestülpte Zahnkrone von innen, *cd* Zahnhöhle, *R* Zahnwurzel.

Krone aus (bei Wiederkäuern), bald von beiden zugleich (Fig. 35) (bei Einhufern). Der Schmelz erscheint an den schon etwas abgenützten Zahnkronen in zierliche Falten (Fig. 32, 35) gelegt, daher man solche Zähne schmelzfaltige *(Dentes complicati)* zu nennen pflegt. Die Verlaufsrichtung dieser Schmelzleisten ist bei verschiedenen Thieren verschieden. Bei den Wiederkäuern (Fig. 34) laufen sie in der Längsrichtung, von vorn nach hinten, bei den Nagern (Fig. 32) transversal und bei den Einhufern sind sie in verschiedener Richtung, darmwindungähnlich, in einander gelegt (Fig. 35).

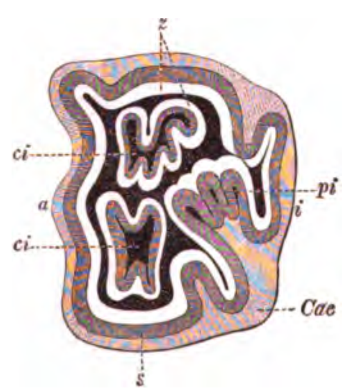



Fig. 35. Zweiter oberer Backenzahn vom Pferd mit abgenützter Krone. *ci* eingestülpte Krone, *pi* Einstülpung von der Seite, *s* Schmelz, *z* Zahnbein, *Cae* Cement, *a* Aussenseite, *i* Innenseite.

Die transversale Stellung der Schmelzleisten kommt aber auch noch auf andere, als die oben geschilderte Art, zu Stande, nämlich dadurch, dass im Zahnsäckchen die sonst ungetheilte Zahnpapille in eine Anzahl kleinerer, secundärer Papillen gleichsam zerfällt, auf welchen sich kleinere, wie querstehende Blätter sich erhebende, Zähne bilden, die gleich anderen einzelnen Zähnen ihren eigenen Schmelz- und Cement-Ueberzug und zwar von der Krone bis zur Wurzel herab besitzen und, soweit sie aus einem und demselben Zahnsäckchen stammen, durch das Cement mit einander zu einem gemeinsamen grossen Backen-

zahne verkittet werden (Fig. 36). Zähne dieser Art erscheinen an der Kaufläche oder auf Querschnitten wie aus querstehenden Lamellen von abwechselnden Schmelz-, Zahnbein- und Cementlagen gebildet, daher man sie blätterige Zähne (*Dentes lamellosi*), aber auch zusammengesetzte (*Dentes compositi*) nennt, da sie aus zusammengekitteten kleineren Zähnen gleichsam hervorgegangen sind.

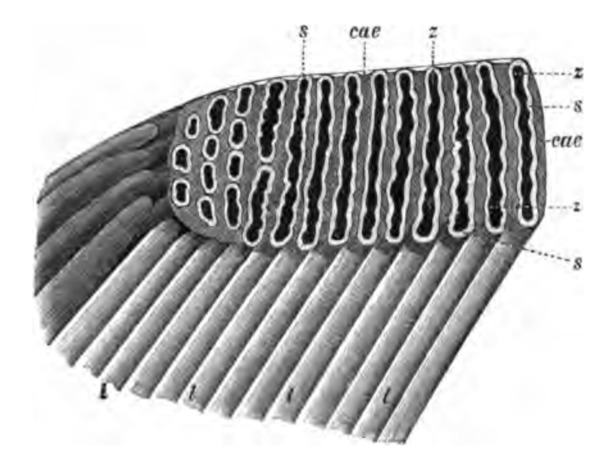



Fig. 36. Die Hälfte eines fossilen Elephantenzahnes (*Dens lamellosus*). *l* die einzelnen Blätter oder secundären Zähne, *s* Schmelz, *z* Zahnbein, *Cae* Cement.

Die Wurzel der Zähne bildet sich erst an älteren, zum Theil schon sehr abgenützten Zähnen völlig aus, während früher die Zahnhöhle nach unten weit offen ist. Bei denjenigen Zähnen, die nach Massgabe der Abnützung ihrer Krone von unten fortwährend wieder nachwachsen, wie dies bei den Schneidezähnen der Nager und bei den als Waffen dienenden Eckzähnen der Pachydermen u. A. der Fall ist, bleibt die Zahnhöhle während des ganzen Lebens nach unten weit geöffnet.

Was nun noch die Verschiedenheiten der Zahnbewaffnung der einzelnen Säugethier-Ordnungen betrifft, so hat dieselbe zwar vorzugsweise ein zoologisches Interesse, allein sie zeigt doch auch noch so manche Eigenthümlichkeiten hinsichtlich ihres Antheils am Kaugeschäft und ihres Einflusses auf die Bewegungsweise des Unterkiefers und die Einrichtung des Kiefergelenkes, dass wir sie nicht ganz unberücksichtigt lassen können.

1. Bei den Affen ist die Zahnbewaffnung der des Menschen am ähnlichsten. Auch haben sie meistens die gleiche Zahl von Zähnen, wie dieser. Nur die amerikanischen Affen pflegen statt 20 Backzähnen 24 zu besitzen. Die Bewegungen des Unterkiefers sind ebenfalls ähnlich wie beim Menschen; daher auch das Kiefergelenk von dem des Menschen nicht wesentlich abweicht.

2. Die Nager besitzen nur Schneide- und Backenzähne. Schneidezähne indess haben sie nur $^2/_2$ und Backenzähne meistens $^4/_4$. Nur bei dem Genus Lepus befindet sich hinter den oberen Schneidezähnen noch ein zweites Paar kleinere. Die Schneidezähne sind zum Nagen bestimmt, daher sie sehr lang, stark und gebogen sind, mit meiselförmiger,

scharfschneidender Krone versehen, die nur vorn von Schmelz bekleidet ist und bei der Abnutzung eine stets scharfe Kante behält. Die Backenzähne sind theils schmelzfaltige (Biber u. a.), theils blätterige (Hydrochaerus u. a.). Ihre Kaufläche ist quer gefurcht, daher die Bewegungen der Kiefer beim Kauen in der Richtung von vorn nach hinten und umgekehrt erfolgen müssen, wenn die Zähne auf die Nahrungsmittel eine genügende Wirkung ausüben sollen. Desshalb stellt auch der Gelenkkopf des Unterkiefers nicht, wie beim Menschen, eine quere, sondern von vorn nach hinten gerichtete Walze, und die Gelenkgrube eine, in gleicher Richtung laufende Rinne dar, die nur vor- und rückwärts Verschiebung gestattet.

3. Bei den Wiederkäuern ist das Gebiss auf das Abrupfen von Gräsern und Blättern und das nachfolgende Zerkleinern und Zerreiben berechnet. Sie haben in der Regel nur untere und meistens 8 Schneidezähne, welche gegen das Zahnfleisch des vorn von Zähnen entblössten Oberkiefers wirken. Eckzähne fehlen häufig oder sind doch sehr verkümmert, so dass sie kaum für irgend welche Leistung tauglich sind. Wo sie aber stark entwickelt auftreten, wie beim männlichen Moschusthier, werden sie als Waffe gebraucht. Die Backenzähne sind schmelzfaltige mit breiter Kaufläche, die von vorn nach hinten von scharfen Schmelzkanten und abwechselnden Furchen durchzogen sind. Daher die Bewegung des Unterkiefers nach der Seite erfolgen muss, wenn die Zahnreihen des Ober- und Unterkiefers gehörig auf einander wirken sollen. Diese Bewegungsweise war noch um so mehr erforderlich, als die beiderseitigen Zahnreihen des letzteren einander näher stehen, als die des Oberkiefers. Daher die Zahnreihen der einen Seite nur dann sich gegenseitig decken können, wenn der Unterkiefer nach dieser Seite verschoben wird. Um diese Verschiebung zu ermöglichen, sind Gelenkgrube und Gelenkkopf des Unterkiefers flach geformt.

4. Die Zahnbewaffnung der Einhufer, sowie der Mechanismus der Kaubewegungen schliesst sich sehr an die Einrichtungen bei den Wiederkäuern an. Nur finden sich hier auch obere Schneidezähne.

5. Die Pachydermen, welche alle, bis auf das Schwein, das auch animalische Nahrung nimmt, von Pflanzentheilen (Baumblättern, Früchten, Kräutern, Wurzelwerk u. dgl.) leben, haben, wie die Wiederkäuer, schlecht entwickelte Schneidezähne, von denen die im Oberkiefer mitunter frühe schon ausfallen. Dagegen pflegen umsomehr die Eckzähne (sog. Hauer) zu kräftigen Waffen entwickelt zu sein. Beim Hirscheber sind indess diese Zähne in solchem Maasse von der Spitze her eingerollt, dass nicht gut begriffen werden kann, wie sie noch als Waffe benutzbar sind, oder wozu sie überhaupt dienen. Die Backenzähne haben (wie beim Schwein u. A.) theils höckerige Kauflächen zum Zerdrücken und Zermalmen der Nahrungsmittel, theils von Furchen und Leisten durchzogene. In ersterem Falle sind sie, wie beim Menschen, *Dentes simplices*, in letzterem dagegen *Dentes lamellosi*, wenn die Furchen und Leisten quer verlaufen, wie beim Elephanten und fossilen Mammut, oder schmelzfaltige *(Dentes complicati)*, wenn sie mehr in der Längsrichtung stehen, wie beim Nilpferd, Nashorn u. a. Die vordersten Backenzähne des Schweins haben meiselförmige Kronen.

6. Unter den Edentaten haben nur die von Vegetabilien lebenden Faulthiere Zähne, während die von animalischer Kost, besonders Insekten lebenden übrigen ganz zahnlos sind. Die Zahnbewaffnung des Faulthiers ist

allerdings eine sehr kümmerliche und defekte, indem Schneide- und Eckzähne ganz fehlen und die Backenzähne so rudimentär sind, dass ihre Einwirkung auf die, meistens aus Baumblättern bestehende Pflanzennahrung nur eine äusserst geringfügige sein kann.

7. Die Aufgabe der Zähne der Carnivoren ist: kräftiges Ergreifen und oberflächliches Zertheilen und Zerschneiden der Fleischmassen. Alle Zähne derselben, nicht bloss die Schneidezähne, sondern auch die übrigen, haben daher auch mehr oder weniger scharf zugespitzte, zum Theil scharfschneidende, meiselförmige Kronen. Ihre eigentlichen Schneidezähne sind indess nicht einmal stark entwickelt, dagegen um so mehr die Eckzähne, die durch ihre grössere Länge und Stärke zum Ergreifen und Festhalten der Beute dienen, daher auch Fangzähne genannt sind. Mit besonders scharfen, meiselförmigen Kronen sind die Backenzähne versehen, durch welche, indem die Zahnreihe des Ober- und Unterkiefers wie die Blätter einer Scheere gegen einander wirken, die Fleischtheile zerschnitten werden. Da hiefür nur Auf- und Abwärtsbewegung des Unterkiefers tauglich ist, so haben die Gelenkköpfe des Unterkiefers die Form von rein transversal stehenden Walzen erhalten, die in eine entsprechende tiefe walzenförmige Gelenkgrube in der Art eingelegt ist, dass jede andere Bewegung, ausser der um die Queraxe erfolgenden, unmöglich ist, sonach der Unterkiefer nur in der Richtung auf- und abwärts bewegbar bleibt.

Bei den Carnivoren, welche schon mehr gemischte Nahrung zu sich nehmen, wie das Genus Canis und die Plantigraden, legen die hinteren Backenzähne die Meiselform der Krone ab und erhalten Kronen mit breiten, höckerigen Kauflächen.

8. Bei den Robben ist die Zahnbewaffnung derjenigen der Carnivoren sehr ähnlich; auch stellen die Eckzähne noch starke Fangzähne dar. Nur sind die Backenzähne schwächlicher, als bei jenen, die bald noch meiselförmige, 3—5-spitzige Kronen haben, bald kleiner und von stumpfer, kegelförmiger Gestalt sind.

9. Bei den Insectivoren, Chiropteren und Beutelthieren ist das Gebiss ebenfalls dem der Fleischfresser sehr ähnlich, nur haben ihre Backenzähne mehr breite, höckerige Kauflächen.

#### ee. *Zahnbewaffnung der Amphibien.*

Da bei diesen Thieren die Nahrungsmittel nicht mehr gekaut werden, so ist die Mundhöhle entweder ganz zahnlos, wie bei den Cheloniern und einigen nackten Amphibien (Pipa), oder die Zähne, mit denen die Kiefer besetzt sind, haben eine derartige Form, dass sie nur zum Festhalten des aufgenommenen Bissens oder als Waffe brauchbar sind.

Die Formen und Grösse der Zähne können dabei aber doch noch sehr mannichfaltig sein: spitz, konisch und gross (Crocodil), stumpf und klein (Lacerta, Amphisbaena u. a.), pfriemenförmig oder platt und fein gezähnelt (Iguana u. and. Saurier) oder die Spitzen sind hakenförmig nach hinten umgebogen (Ophidier), u. dgl. m. Bei den meisten nackten Amphibien sind die Zähne so klein und fein, dass sie leichter durch das Gefühl wahrgenommen werden.

Auch bezüglich der Knochen, welche Zähne tragen, ergeben sich Verschiedenheiten. Während bei den einen nur die Kiefer Zähne tragen (Saurier, Krokodile), sind bei andern (Bufo) diese zahnlos und dafür die Gaumbeine mit Zähnen versehen, oder es sind, wie bei Rana, Kiefer und Gaumbeine Träger der Zähne und bei den Ophidiern sind ausserdem auch noch die Flügelbeine mit Zähnen besetzt.

Ebenso zeigen sich auch Verschiedenheiten in Hinsicht der Befestigungsweise der Zähne an den Kiefern. Bei den einen, wie z. B. den Krokodilen, sind sie eingekeilt, also in Alveoli steckend, während bei andern ihre Wurzel mit den Kiefern verwachsen ist. Sind die Wurzeln der Zähne in solchen Fällen in der Art an die Innenseite des Zahnrandes angewachsen, dass die innere Wurzelfläche vom Knochen unbedeckt bleibt, so nennt man die Zähne *Dentes adnati* (Monitor, Iguana, Polychrus, Anolis u. A.), während man sie *Dentes innati* bezeichnet, wenn die Zahnwurzeln im Kieferrand stecken, gleichsam in den Knochen eingewachsen sind (Chamaeleo, Ameiva, Draco, Calotes, nackte Amphibien).

Aber ungeachtet dieser mancherlei Verschiedenheiten, zeigen doch die Zähne ein und desselben Individuums eine grosse Gleichförmigkeit hinsichtlich der Form und Grösse, was uns auch schon bei der Zahnbewaffnung solcher Säugethiere (Delphinen) begegnete, bei welchen die Zähne nicht mehr zum Kauen, sondern nur zum Festhalten der ergriffenen Beute dienten. Nur beim Krokodil sind die Zähne ungleich lang, indem einzelne, von bedeutenderer Länge, ihre Nachbarn überragen und den Fangzähnen der Fleischfresser ähnlich, das Festhalten der ergriffenen Beute erleichtern. Bei den Giftschlangen treten einzelne Zähne — die s. g. Giftzähne — in solcher Stärke und Länge auf, dass sie als Waffe und Verwundungsorgan verwendbar werden. Bei den s. g. verdächtigen oder Trugschlangen (*Suspecti*) findet sich am hintern Ende der Zahnreihe des Oberkiefers ein längerer, eingefurchter Zahn, in dessen Rinne das Gift der Giftdrüse ergossen wird. Bei den ächten Giftschlangen (Fig. 37) trägt der Oberkiefer vorn jederseits einen sehr langen, spitzen und ge-

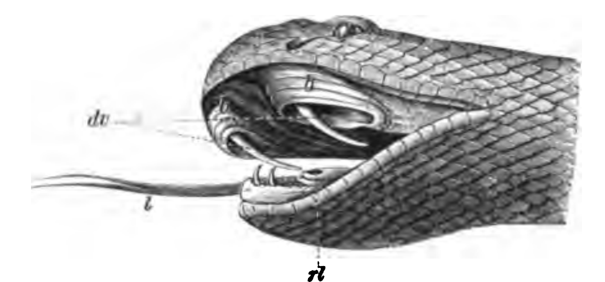


Fig. 37. Giftschlange aus St. Francisco. *b* Giftzahntasche, *dz* Giftzahn, *l* Zunge, *rl* Kehlritze.

bogenen Zahn — den s. g. Giftzahn —, der entweder von einem Kanale (Fig. 38 d′, dv′) durchbohrt ist oder eine Furche hat, welche oben an der Wurzel mit dem Ausführungsgang (dv) der Giftdrüse in Verbindung steht. Wenn das Thier sich in Ruhe befindet, pflegen die Giftzähne in eine häutige Tasche (Fig. 37 b) eingezogen zu sein, aus welcher sie sich hervorrichten, wenn im gereizten Zustande das Maul weit geöffnet wird. Diese häutige Tasche birgt auch noch eine Anzahl (3—5) Reservezähne (Fig. 38 da) von verschiedener Grösse und Entwicklung, die, wenn der Giftzahn etwa abbricht, zum Ersatze desselben an seine Stelle rücken. Bemerkenswerth ist bei den Schlangen auch noch die grosse Beweglichkeit und Verschiebbarkeit der Knochen des Kiefergerüstes, besonders der beiden Hälften des Unterkiefers und die eigenthümliche Bewegungsweise derselben bei dem Verschlingen grosser Bissen (siehe später Kopfskelet).

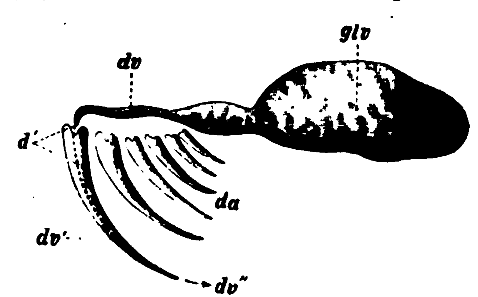



Fig. 38. *glv* Giftdrüse, *dv* Ausführungsgang, welcher an der Wurzel des Giftzahnes (*d′*), wo der Giftzahnkanal (*dv′*) beginnt, in diesen mündet, *dv″* Ausmündung an der Spitze des Giftzahnes, *da* Ersatzzähne.

### ff. *Zahnbewaffnung der Fische.*

Auch bei den Fischen sind die Zähne hauptsächlich auf das Festhalten des gefassten Bissens berechnet oder werden als Waffe benützt, wie dies namentlich von den Zähnen gilt, welche die schwertförmig verlängerte Schnauze des Sägefisches seitlich besetzen (Fig. 39). Da die Zähne

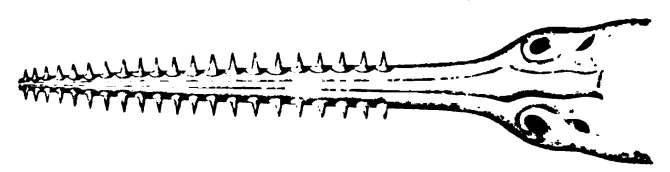


Fig. 39. Die schwertförmig verlängerte Schnauze des Sägefisches mit den beiderseits stehenden Zähnen.

nicht zum Kauen dienen, so pflegen sie auch ähnlich, wie bei den Amphibien, bei demselben Individuum in Form und Grösse sehr gleichförmig zu sein, höchstens, dass einzelne durch grössere Länge über ihre Nachbarn hervorragen, wie dies bei Raubfischen namentlich der Fall ist. Indess bei manchen Fischen, wie dem Meerbrass (*Sargus*), dem Borstenzahn (*Chaetodon*) u. a. erhält die Zahnbewaffnung viel Aehnlichkeit mit der mancher Säugethiere (z. B. der Nager, Beutelthiere u. a.), was andeutet, dass hier die Zähne, wenn auch nicht zum Kauen, so doch zum Abbeissen des Bissens von einem grössern Gegenstand u. dgl. gebraucht werden. Bei der

Dorade (*Chrysophris*) sind die Kieferränder, sowie der Boden und die Decke der Mundhöhle mit niedrigen, abgerundeten Zähnen gleichsam wie gepflastert, die kaum anders als zum Zerdrücken der Nahrungsmittel gebraucht werden können. Das Gleiche gilt auch von den Zähnen, welche die Schlundkiefer mancher Fische besetzen, die, wenn sie auch noch so sehr eine den Backenzähnen der Säugethiere ähnliche Gestalt annehmen, wie z. B. bei den Cyprinoiden, doch nur zum gröblichen Zerdrücken der Nahrungsmittel verwendet werden (siehe Kiemengerüst der Fische).

Was die Knochen anlangt, welche die Träger von Zähnen abgeben, so ist deren Zahl hier zum Theil noch grösser, als bei den Amphibien. Ausser dem Unterkiefer, Zwischenkiefer und Oberkiefer, von welchen der letztere nur selten und nur bei den Salmen, Clupea, Muraenophis u. a. Zähne haben, tragen noch solche die Gaumbeine, das Pflugscharbein, Zungbein, die Kiemenbogen, bisweilen auch die Flügelbeine, das Keilbein (bei Sudis) und die Schlundknochen, welche letztere den Ausgang der Mundhöhle in die Speiseröhre umgeben. Nur bei den Plagiostomen sind die Zähne ausschliesslich auf die Kiefer (Ober- und Unterkiefer) beschränkt. Es stehen bei diesen die Zähne in mehreren Reihen hinter einander, von welchen die der hinteren Reihen umgelegt sind und zum Ersatz der vordern dienen.

### b. Die Speiseröhre (*Oesophagus*).

Ihre Bestimmung ist, die aus der Mundhöhle kommenden Bissen zur Verdauungsstätte, zum Magen, überzuführen. Wo die Mundhöhle durch ein Gaumensegel, wie bei den Säugethieren, hinten abschliessbar ist, kommt sie aus dem Schlundkopfe hervor, sonst direct aus der Mundhöhle. Da in ihr die Nahrungsmittel keine weiteren Veränderungen erfahren, so beziehen sich ihre Verschiedenheiten und Eigenthümlichkeiten nur auf Länge und Weite des Schlauches, die Entwicklung ihrer Musculatur und auf Vorrichtungen, welche die Entweichung des Bissens nach der Mundhöhle zurück, erschweren.

Die Länge richtet sich nach der Entfernung des Magens von der Mundhöhle, welche um so grösser wird, je länger der Hals ist; daher besonders lang sie ist bei langhalsigen Thieren, wie bei den Wiederkäuern, Einhufern unter den Säugethieren, und bei den Vögeln, kurz dagegen bei den kurzhalsigen, wie bei den Amphibien und vor allem bei den Fischen, denen ein eigentlicher Hals ganz abgeht. Die Weite hängt von der Grösse des Bissens ab, welchen die Thiere zu verschlingen pflegen. Daher ist sie bei solchen, die ihre Nahrungsmittel in der Mundhöhle nicht kauen und desshalb grosse Bissen zu verschlucken pflegen, weit, während sie sonst, wo die Nahrungsmittel nach ihrem Kauen in kleinen Portionen in die Speiseröhre gelangen, eng ist. So ist sie bei den

von Fischen und Amphibien lebenden Schwimm- und Sumpfvögeln, auch schon bei den Raubvögeln — in gleicher Weise auch bei den vom Raube lebenden Amphibien und Fischen sehr weit, während die ihre Speise kauenden Säugethiere eine engere Speiseröhre haben. Die engste Speiseröhre haben die Nager, welche die kleinsten Bissen durch Abnagen mittelst ihrer Schneidezähne sich bereiten. Beim Kaninchen ist die Speiseröhre so eng, dass es nur sehr schwer gelingt, den gewöhnlich mit Inhalt ganz angefüllten Magen durch die Speiseröhre zu entleeren. Indess gibt es doch auch einige unter den Säugethieren, die, wie die Robben, wenig, oder wie die Cetaceen, gar nicht kauen und desshalb wieder eine sehr viel weitere Speiseröhre besitzen, als die übrigen kauenden Säugethiere.

Um den Bissen zu verhindern, auf seinem Wege nach dem Magen eine rückgängige Bewegung nach der Mundhöhle wieder einzuschlagen, findet sich bei manchen Wirbelthieren eine Warzen- oder Stachelbildung auf der Schleimhaut des Oesophagus, sog. Schlundzähne, welche dachziegelförmig ihre Spitzen nach unten gegen den Magen richten (Fig. 40) —, so namentlich bei der Seeschildkröte (*Chelonia midas*), kleinere, und sparsamere auch bei manchen Flussschildkröten. Analoge Bildungen finden sich auch beim Biber in der Nähe der Cardia. Aehnliche Bedeutung haben auch die klappenartigen Vorrichtungen an der Cardia des Magens der Einhufer*) (Fig. 41 a), des Schweins, Schuppenthiers u. a., welche als halbmondförmige oder spiralige Falten der Schleimhaut, klappartig den Rücktritt des Bissens aus dem Magen in die Speiseröhre erschweren.



Fig. 40. Speiseröhre von *Testudo midas* mit den sogen. Schlundzähnen, deren Spitzen nach unten, gegen den Magen, gerichtet sind.

Bei manchen Wirbelthieren besitzt die Speiseröhre sackartige Anhänge, um darin, ähnlich den Backentaschen, die Nahrungsmittel zum späteren Bedarf ansammeln zu können. So finden sich namentlich bei den Vögeln, bei denen wegen Mangels der Backen, Backentaschen sich nicht anbringen liessen, auch dieselben den, auf dem langen Halse ruhenden Kopf zu sehr belastet haben würden, an der Speiseröhre solche Speise-

*) Nach Leisering (Neue Ausgabe von Gurlt's Handbuch der Anatomie der Hauptsäugethiere. Berlin 1873), soll indess die bald halbmondförmige, bald spiralige Cardiaklappe des Pferdes nur ein Kunstproduct des aufgeblasenen Magens sein.

reservoire — der sog. Kropf *(Ingluvies)* (Fig. 42) vor, besonders sind die Tauben, Hühner, Papageien, manche Passerinen, die Tagraubvögel, die Brevipennen, namentlich die Casuaren und Trappen, sowie die Schwimm- und




**Fig. 41.** Cardia des Magens vom Pferd, *oe* Speiseröhre, *c* Cardia, *vc* Valvula cardiaca, welche hier spiralig gestaltet war.

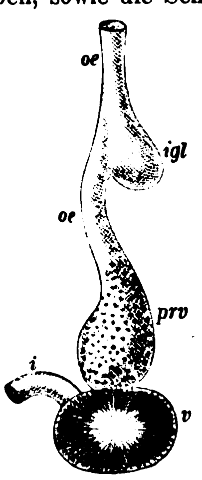



**Fig. 42.** Speiseröhre u. Magen eines körnerfressenden Vogels. *oe* Speiseröhre, *igl* Kropf, *prv* Drüsenmagen, *v* Kaumagen, *i* Anfang des Dünndarms.

Sumpfvögel damit ausgerüstet. Bei den Herbivoren, namentlich Körner fressenden Vögeln ist der Kropf auch mit Drüsen reichlich versehen, welche ein die Nahrungsmittel erweichendes Secret liefern. Bei manchen Fischen *(Physostomi)* steht die Speiseröhre mit der Schwimmblase durch einen Gang (Luftgang) in Verbindung und bei den Plectognathen, Gymnodonten hängt mit dem Oesophagus ein aufblähbarer Sack zusammen.

### 2. Pars digestoria des Verdauungsapparates der Wirbelthiere.

Der die eigentliche Verdauungsstätte bildende zweite Abschnitt des Nahrungsschlauches zerfällt meistens in zwei nach Form und Verrichtung zum Theil verschiedene Abtheilungen, nämlich:

1) in den Magen *(Ventriculus)*, eine kurze mehr sackartige Erweiterung, worin vorzüglich die Proteïnkörper und ihre Abkömmlinge, also stickstoffhaltige Nahrungsmittel verdauet werden, und

2) in den Dünndarm (*Intestinum tenue*), einen langen, meistens vielfach gewundenen, engen Schlauch, der hauptsächlich die Verdauung der stickstofflosen Nahrungsmittel, der Fette, des Stärkmehls und des Zuckers und die Aufsaugung der durch die Thätigkeit des Magens bereits in flüssige Form gebrachten Nahrungsmittel vermittelt.

Nur bei einigen niedern Wirbelthieren, wie bei Proteus unter den Amphibien, bei den Cyclostomen, Syngnathus, Esox Belone, u. a.

unter den Fischen, wird die Scheidung der Pars digestoria in Magen und Dünndarm vermisst oder selbst die Unterscheidung einer Pars digestoria überhaupt, wegen Mangel einer Abgrenzung gegen die vorausgehende Speiseröhre und gegen den nachfolgenden Enddarm, unmöglich, sodass der Verdauungskanal von der Speiseröhre bis zum After einen gleichweiten häutigen Schlauch darstellt.

**a. Magen der Wirbelthiere.**

Nach Form und Grösse zeigt er eine ausserordentliche Verschiedenheit und Mannigfaltigkeit. Oft scheint diese nur ein launiges Spiel der Natur zu sein, während nähere Forschung doch einen innern Grund erkennen lässt, wenn man nur die Einflüsse sucht kennen zu lernen, die auf Form und Grösse bestimmend einwirken.

Als Grundform des Wirbelthiermagens kann man eine längliche Erweiterung der Pars digestoria mit Beibehaltung ihrer fötalen Lage in der Längsaxe des Körpers — wie man sie bei vielen Amphibien und manchen Fischen (Fig. 43, 44) findet — betrachten. Man kann dieselben, da sie der frühesten Fötalperiode aller Wirbelthiere gemeinsam ist, fötale oder primitive Magenform nennen, während alle übrigen secundäre Formen sind, die alle nur aus Abänderungen jener hervorgehen. Einflüsse, welche solche Abänderungen bedingen, sonach als Ursache der grossen Mannigfaltigkeit der Form und Grösse der Wirbelthiermagen angesehen werden können, sind besonders folgende:

1) die Grösse des Nahrungsbedürfnisses,

2) die Verdaulichkeit der Nahrungsmittel und das Volumen derselben,

3) Form und Grösse der Leibeshöhle, welche dem Magen zur Aufnahme dient,

4) Einrichtungen, welche die Einwirkungen des Magensaftes auf die Nahrungsmittel verstärken,

5) die Uebernahme von Verrichtungen seitens des Magens, die sonst andern Organen übertragen zu sein pflegen.

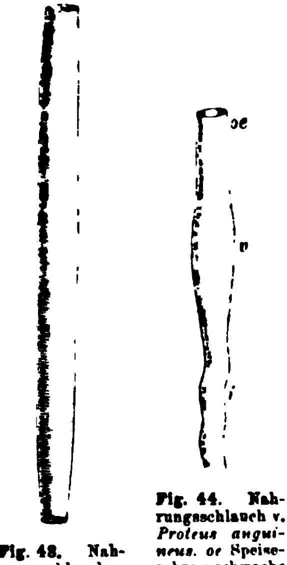


Fig. 43. Nahrungsschlauch v. Hornhecht (*Belone*.)

Fig. 44. Nahrungsschlauch v. *Proteus anguineus*. *oe* Speiseröhre, *v* schwache Magenerweiterung, *i* Darm.

Bemerken will ich indess, dass die verschiedenen Magenformen hiernach nicht so aufzufassen sind, als seien die einen nur von dem einen, die andern nur von dem andern der angeführten Einflüsse bedingt, sondern es sind vielmehr die meisten stets von mehreren der genannten Einflüsse zugleich abhängig.

*a. Magenformen, von dem Einflusse, welchen die Grösse des Nahrungsbedürfnisses äussert, abhängig.*

Je grösser das Nahrungsbedürfniss eines Thieres ist, d. h. je grösser die Menge der Nahrungsstoffe sein muss, um den in gegebener Zeit stattgefundenen Stoffverbrauch zu ergänzen, um so grösser muss die Magenerweiterung des Nahrungsschlauches sein, worin jene verdaut werden soll, und umgekehrt um so kleiner, je weniger ein Thier in gleicher Zeit zur Befriedigung seines Nahrungsbedürfnisses bedarf. Daher bei höhern Wirbelthieren der Magen im Allgemeinen grösser ist und mehr eine sackartige Erweiterung darstellt, als bei niedern Wirbelthieren (Amphibien und Fischen), wo derselbe kleiner ist, und seine Form bei vielen noch ganz die fötale ist, indem er nur eine schwache, in der Längsaxe des Körpers liegende, längliche Erweiterung des Darmrohrs darstellt (Fig. 44, 45), die oft — wie man es bei den Ophidiern, Sauriern, vielen Batrachiern und Perennibranchiaten unter den Amphibien, und bei den Cyprinen, Labrusarten, Hechten, Cyclostomen u. a. unter den Fischen findet, — kaum von der Speiseröhre und dem Dünndarm abgegrenzt ist. Bei manchen ist, wie bei den Cyclostomen, dem Hornhecht u. a. überhaupt keine Magenerweiterung vorhanden und sonach ein Magenbezirk nicht unterscheidbar, was ein Fortbestehen jener frühesten Entwicklungsperiode darstellt, in welcher an dem Nahrungsrohre noch keine Magenerweiterung sich gebildet hat.

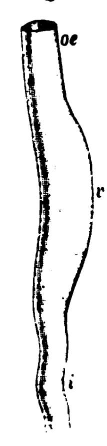


Fig. 45. Nahrungsschlauch v. *Coluber natrix*. Bezeichnung wie vorher.

Ein Uebergang dieser fötalen Magenform zu den secundären Formen wird theils dadurch eingeleitet, dass eine innere Abgrenzung der Magenhöhle vom Darm durch das Auftreten einer ringförmigen Pförtnerklappe erfolgt, (wie bei den meisten Amphibien und vielen Fischen, z. B. dem Hecht, den Stören u. v. a.), — theils dadurch, dass das Pförtnerende des Magens, dessen übriger Theil noch in der Längsaxe des Körpers liegt, sich winklich umbiegt. (Fig. 46.)

Die Abschliessbarkeit der Magenhöhle gegen den Darm durch einen Pförtner, und die winkliche Umbiegung des Pförtnerendes tragen wesentlich dazu bei, die Nahrungsmittel leichter im Magenbezirk zurück zu halten. Daher diese Magenform bei denjenigen Fischen und Amphibien besonders auftritt, bei welchen wegen lebhafterem Nahrungsbedürfnisse eine vollständigere Verdauung der Nahrungsmittel nothwendig wird, wie dies bei einigen Knochenfischen, z. B. Gobins u. a. (Fig. 47), den Plagiostomen (Fig. 48) und manchen Sauriern, wie Scincus (Fig. 49) u. a. der Fall ist. Selbst unter den Säugethieren gibt es einige, wie z. B. die Robben (Fig. 49), welche diese Uebergangsform des Magens noch besitzen.

Wo die Anforderung seitens des Nahrungsbedürfnisses an die Nahrungsmittel, d. h. an die verdauende Magenthätigkeit noch mehr sich steigert,

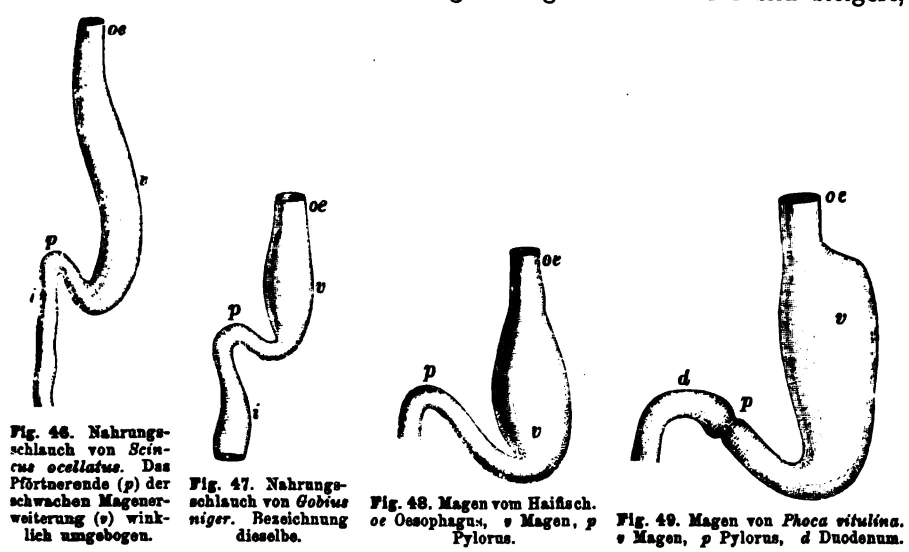



**Fig. 46.** Nahrungsschlauch von *Scincus ocellatus*. Das Pförtnerende (*p*) der schwachen Magenerweiterung (*v*) winklich umgebogen.

**Fig. 47.** Nahrungsschlauch von *Gobius niger*. Bezeichnung dieselbe.

**Fig. 48.** Magen vom Haifisch. *oe* Oesophagus, *v* Magen, *p* Pylorus.

**Fig. 49.** Magen von *Phoca vitulina*. *v* Magen, *p* Pylorus, *d* Duodenum.

legt sich der ganze Magenbezirk, — der entweder noch schlauchförmig, wie bei den meisten Cheloniern (Fig. 50) sein, oder auch sackartig, wie bei manchen Landschildkröten (Fig. 51), Krokodilen, einigen Batrachiern

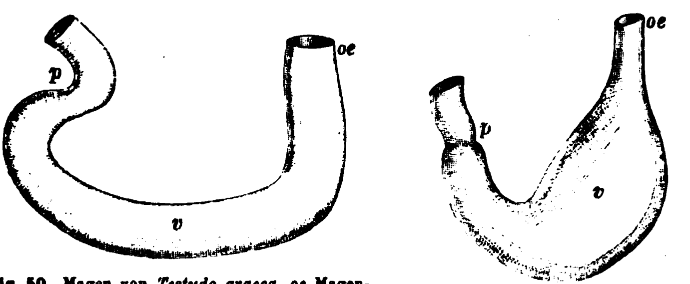



**Fig. 50.** Magen von *Testudo graeca*. *oe* Magenende der Speiseröhre, *v* Magen in der Querrichtung liegend, *p* Pylorus.

**Fig. 51.** Magen einer amerikanischen Schildkröte.

und allen höhern Wirbelthieren sich erweitern kann, — in die Querrichtung, was nun die Grundlage zu allen übrigen secundären Magenformen abgibt.

*β. Magenformen, von dem Einflusse, den Verdaulichkeit und Volumen der Nahrungsmittel ausüben, abhängig.*

Schwer verdauliche Nahrungsmittel, wie namentlich vegetabilische, pflegen ein grosses Volumen zu haben, d. h. sie besitzen bei grossem Umfange doch nur einen kleinen Gehalt an Nährstoffen, während leicht verdauliche, wie Fleisch, meistens concentrirte Nahrungsmittel von kleinem

Volumen sind. Bei gleichem Nahrungsbedürfnisse macht desshalb der Genuss der erstern einen grössern Magen erforderlich, als der letztern.

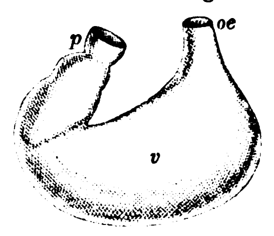



Fig. 52. Magen von *Lutra vulgaris.*

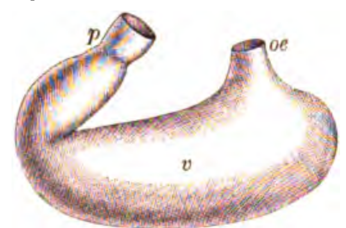



Fig. 53. Magen von *Felis leo.*

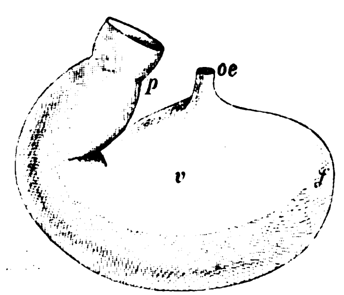



Fig. 54. Magen vom Pferd *(Equus caballus).*

Daher haben carnivore Thiere (Fig. 52—53) im Allgemeinen einen kleinern Magen als herbivore (Fig. 54), und solche, die von concentrirten Nahrungsmitteln (Fleisch, Früchten, Samen u. dgl.) leben, wieder einen relativ kleineren, als solche, welche von Knochen, Sehnen, Häuten, Insekten u. s. w. oder von Gräsern, Baumblättern, Rinde und Wurzelwerk leben.

*γ. Magenformen, von dem Einflusse abhängig, welchen Form und Grösse der Leibeshöhle ausüben.*

Wo die Leibeshöhle bei Thieren von lang gestreckter Körperform, wie z. B. bei den Schlangen (Fig. 45), meisten Sauriern (Fig. 46), vielen geschwänzten Batrachiern, Perennibranchiaten (Fig. 44), besonders aber bei den Cyclostomen, vielen Knochenfischen (Fig. 47), lang und schmal ist, da findet man auch den Magen, wenn nicht besondere Bedingungen zu

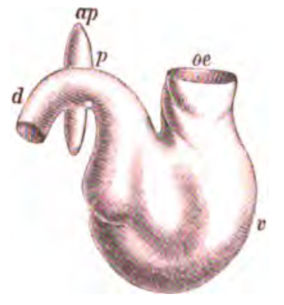



Fig. 55. Magen (v) von *Lophius piscatorius.* ap Pförtneranhänge, d Duodenum.




Fig. 56. Magen (v) von *Pipa verrucosa.* Bezeichnung wie bisher.

anderer Form vorliegen, von im Ganzen länglicher Gestalt, während er kurz und breit, mehr sackartig geformt zu sein pflegt bei Thieren von kurzer gedrungener Körperform, wie Lophius (Fig. 55) unter den

Fischen, Pipa (Fig. 56) unter den Batrachiern und die meisten höhern Wirbelthiere Belege dafür liefern.

*δ. Magenformen, von Einrichtungen abhängig, welche die Bestimmung haben, die Einwirkung des Magensaftes auf die Nahrungsmittel zu verstärken.*

Die Verstärkung der Einwirkung des Magensaftes kann auf verschiedene Weise erreicht werden, entweder durch Vermehrung der Magensaft liefernden Quellen oder durch Verlängerung des Aufenthaltes der Nahrungsmittel im Magen.

aa) Die Vermehrung der Magensaft liefernden Quellen wird dadurch bewirkt, dass zu den gemeinen Labdrüsen des Magens noch ein besonderer accessorischer Drüsenmagen sich gesellt, der entweder, wie bei Myoxus und dem Biber, über der Cardia, am Ende der Speiseröhre (Fig. 57) oder, wie bei Manatus, an den links von der Cardia liegenden Theil des Magens in der Form eines Drüsenanhanges angelegt ist. Ersterer Fall ergibt viel Aehnlichkeit mit dem Drüsenmagen der Vögel, welcher jedoch das Unterscheidende hat, dass dieser ausschliessliche und einzige Magensaft liefernde Quelle ist, während der Drüsenmagen beim Biber und bei Myoxus nur eine accessorische Magensaft-Quelle darstellt.

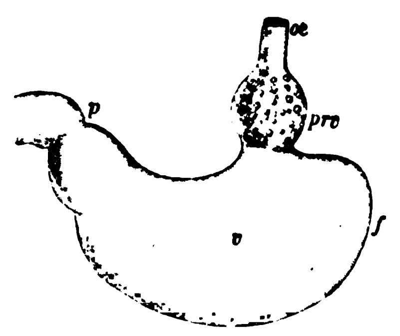


Fig. 57. Magen vom Biber (*Castor fiber*). *oe* Speiseröhre, *pro* Drüsenmagen, *v* Magen, *f* Magengrund, *p* Pylorus.

bb) Die Verlängerung der Zeit der Einwirkung des Magensaftes auf die Nahrungsmittel im Magen kann gleichfalls auf verschiedene Weise veranstaltet werden, entweder dadurch, dass der Magen bei ansehnlicher Länge und Schlauchform eine dem Dickdarm des Menschen ähnliche Gestalt erhält, welche die Durchbewegung der Nahrungsmittel durch den Magen ebenfalls sehr verlangsamt und so eine längere und dadurch intensivere Einwirkung des Magensaftes ermöglicht. Magen dieser Art bebesitzen Semnopithecus unter den Affen, und das Känguruh (Fig. 58) unter den Beutelthieren; oder durch Anlegung einzelner sackartiger



Fig. 58. Magen von *Halmaturus laniger*. *ap* blindsackförmige Anhänge am Magengrunde, von denen unentschieden bleiben muss, ob sie normal oder zufällig sind, da mir ein zweites Exemplar des Magens noch nicht zur Hand gekommen ist, *oe* Oesophagus, *p* Pylorus.

Ausstülpungen des Magens, in welchen die Nahrungsmittel länger zu verweilen genöthigt werden. Beispiele solcher Magenformen liefern die herbivoren, omnivoren und solche carnivore Säugethiere, welche von schwer verdaulichen animalischen Theilen leben, sowie die meisten Knochenfische. Bei den letzteren liegt der Blindsack der Einmündung der Speiseröhre gegenüber, in der Richtung der Längsaxe des Körpers (Fig. 59), bei den andern Thieren dagegen, namentlich den Säugethieren, nimmt er seine Lage an dem links von der Cardia befindlichen Theile des Magens, also in der Richtung der Queraxe des Körpers.

Dass der Blindsack am Magen der Knochenfische in der Richtung der Längsaxe liegt, findet seine Erklärung in der geringen Breite der Leibeshöhle, die eine Ausdehnung jenes in der Richtung der Queraxe des Leibes nicht gestattet, während die grössere Geräumigkeit der Bauchhöhle der Säugethiere in der Querrichtung, welche schon die Querlage des ganzen Magens möglich machte, auch die Anlegung des Blindsackes an die linke Seite der Cardia sehr wohl zuliess.

Bei den meisten Säugethieren ist nur ein solcher Blindsack vorhanden, dessen Grösse indess verschieden ist, je nach der grössern oder geringern Verdaulichkeit der Nahrungsmittel. So ist er bei Herbivoren (Fig. 59) grösser, als bei Omnivoren und Carnivoren (Fig. 60) und bei reissenden Thieren, besonders bei den grossen Katzenarten (Fig. 53), bei Lutra (Fig 52) u. a. fehlt er fast ganz.

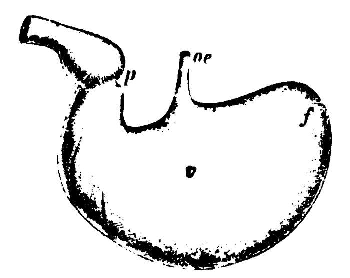



Fig. 59. Magen vom Kaninchen (*Lepus cuniculus*). *oe* Oesophagus, *f* Magengrund, *p* Pylorus.

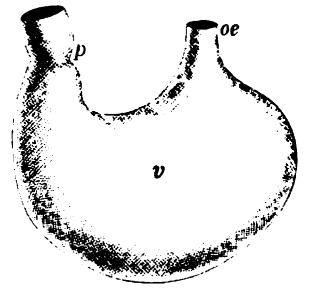



Fig. 60. Magen (*v*) von *Nasua rufa*.

Bei manchen Thieren, z. B. beim Schwein (Fig. 61) trägt das linke Magenende einen blinddarmförmigen Anhang, der im Innern durch eine Art Spiralklappe (Fig. 61) von der übrigen Magenhöhle abgegrenzt wird. Bei andern, wie z. B. beim Tajassu (Fig. 61 a) finden sich zwei solcher blindsackförmiger Anhänge am linken Magenende vor.

Anstatt am linken Magenende können solche Blindsäcke auch am Magenkörper sitzen, wie Manatus (Fig. 62) ein Beispiel dafür abgibt.

*Magenformen, abhängig von der Uebernahme besonderer Verrichtungen seitens des Magens, die sonst anderen Organen übertragen zu sein pflegen.*

Die Einrichtungen, die der Magen durch Uebernahme solcher, ihm sonst fremder Funktionen erhalten kann, können

1) sich beziehen auf Ansammlung von Nahrungsmitteln für die Befriedigung eines spätern Nahrungsbedürfnisses oder

2) darauf berechnet sein, die mechanische Zerkleinerung der Nahrungsmittel, die sonst in der Mundhöhle stattfindet, im Magen, wenn sie dort unvollständig oder gar nicht erfolgte, nachzuholen.

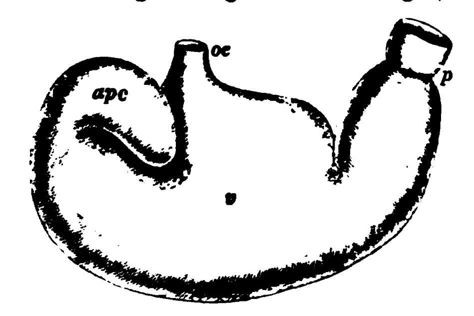



Fig. 61. Magen (v) vom Schwein (*Sus scrofa*). *oe* Oesophagus, *apc* blindsackförmiger Anhang des Magengrundes, der von der Magenhöhle durch eine spiralige Schleimhautfalte abgegrenzt ist. *p* Pylorus.

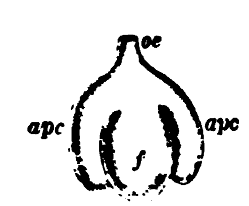



Fig. 61a. Magen (v) von *Dicotyles Tajassu* vom Grunde (*f*) aus gesehen. *apc* zwei blindsackförmige Anhänge desselben, *oe* Oesophagus.

Die Magenformen, welche aus solchen Einrichtungen hervorgehen, kann man unterscheiden

1) in solche, welche durch die Anlegung besonderer Nahrungsmittel-Behälter am Magen veranlasst sind,

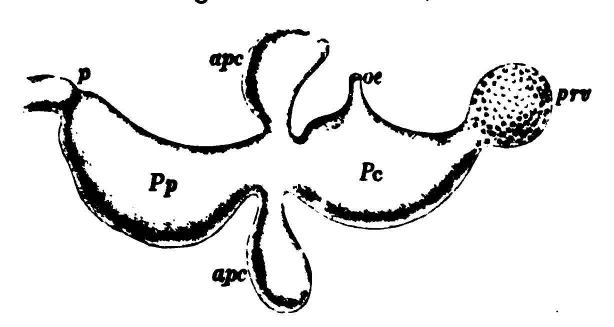



Fig. 62. Magen von *Manatus*. *oe* Oesophagus, *Pc* Magentasche oder Pars cardiaca, *prv* drüsiger Anhang der Magentasche, *Pp* eigentlicher Verdauungsmagen oder sog. Pars pylorica, *apc* blinddarmförmige Anhänge, Labdrüsen enthaltend.

2) in solche, welche durch die Umwandlung eines Theils des Magens zu einem Kauapparat und endlich

3) in solche, welche durch die Vereinigung dieser beiderlei Einrichtungen in einem und demselben Magen bedingt sind.

**aa) Magenformen, bedingt durch die Anlegung besonderer, zur Ansammlung von Nahrungsmitteln dienender Behälter in der unmittelbaren Nähe des Magens.**

Behälter zur Ansammlung von Nahrungsmitteln, wenn solche auch zur Stillung des vorhandenen Nahrungsbedürfnisses nicht mehr erforderlich sind, finden sich bei vielen der höheren Wirbelthiere (Säugethiere und Vögel) in der Umgebung der Mundhöhle oder an der Speiseröhre, die als Backentaschen, Kröpfe u. dgl. uns bereits bekannt sind. Bei manchen Säugethieren, wo entweder die Backentaschen, wie beim Hamster, unzureichende Behälter sind oder deren Anlegung, wie bei den Cetaceen, unmöglich war, weil die Backen ihnen fehlen, oder wo, wie bei den Wiederkäuern u. a., die Behälter zu grosser Dimensionen bedurften, als dass sie in der Umgegend der Mundhöhle oder der Speiseröhre hätten angelegt werden können — in letzterem Falle auch den Hals zu sehr belastet hätten — sind solche in die unmittelbare Nähe des Magens verlegt und mit diesem so innig verbunden, dass man sie als Theile des letzteren zu betrachten pflegt, obschon sie zu demselben keine andere Beziehung als die der nachbarlichen Lage haben. Die zusammengesetzten Magenformen vieler Nager, der Wiederkäuer, der Cetaceen und herbivoren Edentaten verlieren viel von ihrem Auffallenden, wenn man diejenigen Abtheilungen, welche derartige Behälter darstellen, von dem eigentlichen Verdauungsmagen unterscheidet.

Die erste Abtheilung *(Pars cardiaca)* des in zwei Abtheilungen abgeschnürten Magens vieler Nager, welcher die Labdrüsen fehlen und die gleiche Abtheilung des Magens von Manatus (Fig. 57), ist nichts anderes, als ein kropfartiger Nahrungsbehälter, eine Magentasche (Fig. 62 a). Manche, wie Cricetus, können nebenbei noch Backentaschen besitzen, um in diesen die ungekauten, in der Magentasche aber die gekauten Nahrungsvorräthe aufzuspeichern.

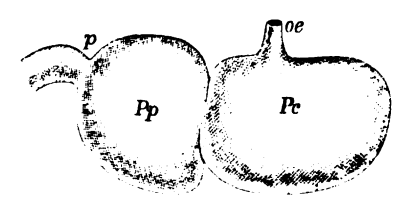



**Fig. 62a.** Magen von *Cricetus vulgaris.* *oe* Oesophagus, *Pc* Magentasche ohne Labdrüsen, sog. Pars cardiaca, *Pp* eigentlicher Magen mit Labdrüsen oder Pars pylorica, *p* Pylorus.

Aehnlich verhält es sich beim Magen der Wiederkäuer (Fig. 63). Die erste und zweite Abtheilung desselben, der Pansen *(Rumen)* und die Haube oder der Netzmagen *(Reticulum)* sind auch nichts anderes, als sackartige Nahrungsmittel-Behälter oder Magentaschen, in welchen die Nahrungsmittel angesammelt werden, um sie von hier noch einmal nach der Mundhöhle zur Kauung zurück gelangen zu lassen. Ist dies geschehen, so werden sie beim zweiten Verschlucken an den beiden ersten Magen durch Schliessung der sogenannten

Schlundrinne vorbei in den eigentlichen Verdauungs- oder Labmagen (*Abomasus*) geführt.

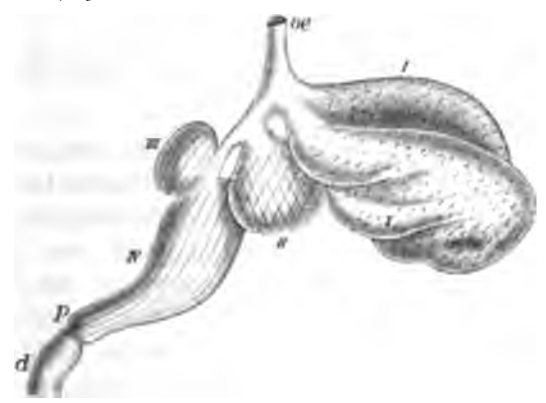



Fig. 63. Magen eines Wiederkäuers. *oe* Speiseröhre, *I* erste Magentasche, sog. erster Magen, Pansen (Rumen). *II* zweite Magentasche oder zweiter Magen, Netzmagen (*Reticulum*), *III* Blättermagen oder sog. dritter Magen, auch das Buch (*Omasus s. Psalterium*) genannt, *IV* Labmagen (*Abomasus*) oder eigentlicher Verdauungsmagen, auch vierter Magen bezeichnet, allein die Labdrüsen enthaltend, *p* Pylorus, *d* Duodenum.

Manche Wiederkäuer, Moschus u. a., besitzen nur diese drei sog. Magen. Die meisten jedoch haben deren vier, nämlich zwischen dem Netz- und Labmagen noch den s. g. Blättermagen (*Omasus*) oder das Buch (*Psalterium*), der aber auch, gleich den beiden ersten, ohne Labdrüsen ist, demnach mit der Verdauung auch nichts zu thun hat, höchstens zur Aufsaugung aufgenommener flüssiger Nahrung dienen kann.

Der erste Magen (*Rumen*) des Kamels hat noch andere Einrichtungen, die ihn befähigen, auch als Wasserbehälter zu dienen, worin Wasser zur Befriedigung eines späteren Durstgefühles angesammelt werden kann. Es sind dies die sog. Wasserzellen, d. h. Ausbuchtungen der Schleimhaut, deren Eingänge durch eine Ringmuskulatur nach erfolgter Füllung mit Wasser geschlossen werden.

Die sog. drei Magen der Cetaceen (Fig. 64) müssen ähnlich beurtheilt werden. Der erste Magen derselben ist auch nur ein kropfähnlicher Behälter, eine Magentasche, zur Ansammlung der aufgenommenen Nahrungsmittel dienend. Denn seine Schleimhaut entbehrt gänzlich der Labdrüsen, hat aber dafür, wenigstens bei den Delphinen, an der einen Höhlenwand einen harten, verhornten Beleg, der wohl nur für eine, wenn auch noch so geringe, mechanische Einwirkung auf die Nahrungsmittel berechnet sein kann. Nur der zweite Magen mit seinem darmähn-

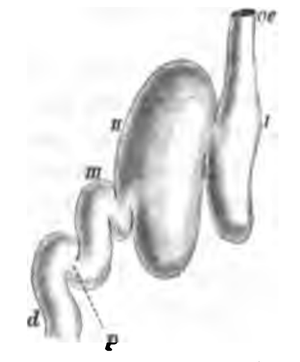



Fig. 64. Magen v. Delphin. *I–III* die 3 Magenabtheil., *p* Pylorus, *d* Duoden.

lichen Pförtnerende, dem sog. dritten Magen, enthält Labdrüsen und ist sonach Verdauungsmagen, der indess für sich nicht besonders mehr von dem Magen anderer Thiere unterschieden ist.

**bb) Magenformen, bedingt durch die Umwandlung eines Theiles des Magens zu einem Kauapparat.**

Es sind namentlich die Vögel, welche die hier zu besprechenden Magenformen besitzen. Da diese ein fast so lebhaftes Nahrungsbedürfniss haben, als die Säugethiere, die genossenen Nahrungsmittel auch möglichst rasch verdaut werden müssen und desshalb der Käuung, wie sie die letzteren in der Mundhöhle vollziehen, so wenig, wie diese, entbehren können, aber dieselbe aus andern Gründen hier unterbleiben muss — so tritt die Nothwendigkeit auf, die mechanische Zerkleinerung später noch, und zwar im Magen, nachzuholen. Es kann daher nicht befremden, wenn man Form und Bau des Magens der Vögel von dem anderer Wirbelthiere, besonders der Säugethiere, sehr abweichend findet.

Der Vogelmagen zerfällt meistens in zwei senkrecht übereinanderstehende Abtheilungen (Fig. 65), deren erste den länglichen, gleichsam nur eine Erweiterung der Speiseröhre darstellenden Drüsen- oder Vormagen (*Proventriculus*) und die zweite den grösseren rundlichen Muskel- oder Kaumagen (*Ventriculus muscularis*) bildet. Der erstere liefert ausschliesslich den Magensaft, während der letztere, der ohne Labdrüsen ist, auf die mechanische Zerkleinerung der Nahrungsmittel berechnet ist. Daher ist dieser mit einer ungewöhnlich starken Muskulatur, die mehrere Zoll dick sein kann, ausgerüstet, und trägt auf der seine Höhle auskleidenden Schleimhaut eine harte, hornähnliche, mit rauher Oberfläche versehene Platte, die sog. Reibplatte (Fig. 66 *c*), die an den einander gegenüberstehenden Magenwänden sich findet und entschieden darauf berechnet ist, durch Druck und Reibung eine mechanische Wirkung auf die Nahrungsmittel, die wie zwischen zwei Mahlsteine kommen, auszuüben. Am meisten ist dieser Muskelmagen bei den herbivoren Vögeln entwickelt.

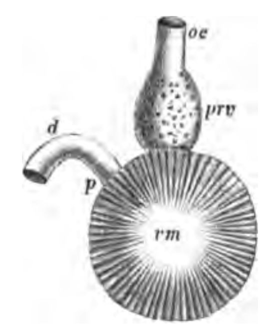


**Fig. 65.** Magen vom Wasserhuhn (*Fulica atra*). *oe* Oesophagus, *prv* Drüsenmagen, *vm* Kaumagen, *p* Pylorus, *d* Duodenum.

Viel schwächer (Fig. 67) schon wird seine Muskulatur und dünner die Reibplatte bei den carnivoren Wat- und Schwimmvögeln. Bei den Raubvögeln endlich, besonders den Nachtraubvögeln (Fig. 68), ist sie kaum viel stärker als bei andern Thieren und trägt die Schleimhaut statt einer harten, hornähnlichen Reibplatte nur einen weichen Ueber-

zug. Auch grenzen sich Drüsen- und Muskelmagen nicht mehr so scharf gegen einander ab, als da, wo letzterer als Kaumagen zu fungiren hat und bekommt überhaupt der Magen wieder mehr Formähnlichkeit mit dem Magen anderer Wirbelthiere.

Bei manchen Vögeln (Reihern, Störchen u. a.) tritt zwischen Muskelmagen und Pförtner noch ein kleiner rundlicher Magen — sog. Pförtnermagen — (Fig. 67) auf, dessen Bestimmuug nicht klar ist, da er keine Labdrüsen hat, vielleicht der Aufsaugung dient.

Der Magen des Kukuks ist ebenfalls dem der übrigen Wirbelthiere ähnlich, indem er keine Reibplatte besitzt, seine Schleimhaut vielmehr weich ist und diese nur das Besondere hat, dass sie wie behaart aussieht, was von dem Genusse der Bärenraupe herkommt, deren Haare mit ihren Spitzen in der Schleimhaut stecken.

Fig. 66. Durchschnitt des Muskelmagens vom weissen Schwan. *tm* Muskelhaut, *m* Schleimhaut, Cylinderzellen-haltige Magendrüsen besitzend, *c* hornige Reibplatte (*Cuticula*), erhärtetes Ausscheidungsprodukt der untenliegenden Schleimhaut, *cv* Magenhöhle.

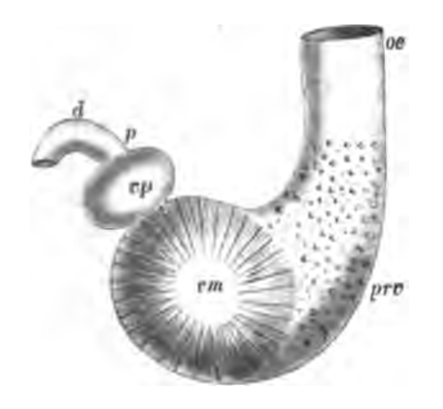



Fig 67. Magen von *Ardea cinerea*. *vp* Pförtnermagen, die übrige Bezeichnung wie bei Fig. 65.

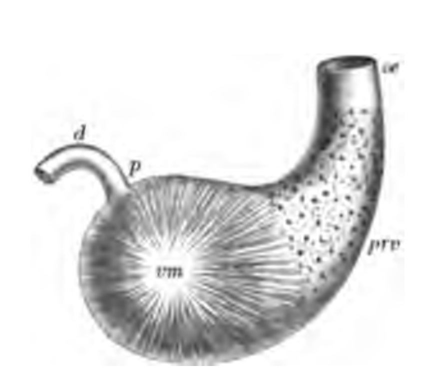



Fig. 68. Magen einer Eule.

Aehnlichkeit mit dem Vogelmagen hat auch der Magen des Crocodils (Fig. 69) in so weit, als derselbe, wie der Muskelmagen der Vögel, eine plattrundliche Gestalt, eine dem




Fig. 68a. Ein Durchschnitt der Schleimhaut (*m*) des Magens vom Kukuk mit dem vom Genusse der Bärenraupe herrührenden Haarbesatz (*p*). Die Haare stecken mit ihren Spitzen in der Schleimhaut und richten ihren abgebrochenen dickeren Theil nach aussen.




Fig. 69. Magen (*v*) vom Crocodil mit einem Pförtnermagen (*vp*). *vm* Sehnenplatte.

Muskelmagen der carnivoren Vögel ähnliche Muskulatur mit Sehnenplatte, auch einen Pförtnermagen besitzt, aber ohne Drüsenmagen und Reibplatte ist. Die auskleidende Schleimhaut ist mehr, wie bei andern Wirbelthiermagen, weich und die Trägerin der Labdrüsen.

*ζ. Magenformen, bedingt durch die Vereinigung der Anlegung grosser Nahrungsmittelbehälter mit solchen Vorrichtungen, welche Kaufunctionen üben sollten.*

Diese Form wird durch den Magen des 3zehigen Faulthiers (Fig. 70) vertreten, der mit dem Magen der Wiederkäuer in so weit Aehnlichkeit hat, als er auch zwei grosse (*I*, *II*), dem Pansen und Netzmagen dieser entsprechende Nahrungsbehälter und einen labdrüsenhaltigen eigentlichen Verdauungsmagen (*III*) besitzt, der dem Labmagen der Wiederkäuer entspricht und durch eine Schlundrinne mit der Speiseröhre in direkter Verbindung steht. Mit dem Magen der Vögel kann er insofern verglichen werden, als das Pförtnerende (Fig. 70 *IV*) durch Verstärkung seiner Muskulatur und Bekleidung seiner Innenfläche mit einem dicken, verhornten Ueberzuge, zu einem förmlichen Muskel- oder Kaumagen sich umgestaltet. Derselbe ist offenbar auch darauf berechnet, die in der Mundhöhle (wegen schlechter Zahnbewaffnung) ungenügend erfolgende mechanische Zerkleinerung der Nahrungsmittel zu vervollständigen.

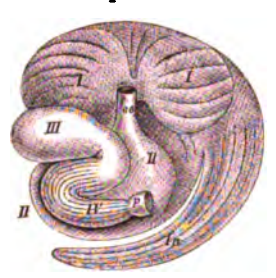



**Fig. 70.** Magen vom dreizehigen Faulthier (*Bradypus tridactylus*). *oe* Oesophagus, *I* erste Magentasche oder sog. erster Magen ohne Labdrüsen, dem Pansen der Wiederkäuer entsprechend, *Ia* blinddarmförmiger Anhang, an seiner Innenfläche mit Längsfalten, aber ohne Labdrüsen, *II* zweite Magentasche, sog. zweiter Magen, dem Netzmagen der Wiederkäuer analog, *III* eigentlicher Verdauungsmagen, mit Labdrüsen versehen und durch eine Schlundrinne mit der Speiseröhre verbunden, *IV* Muskel- oder Kaumagen, mit dicker Muskulatur und einem hornigen Ueberzug an der Innenfläche versehen, *p* Pylorus.

### b) Dünndarm der Wirbelthiere.

Wenn man von den Fällen, wo der Nahrungskanal einen Schlauch ohne irgend welche Abgrenzung in einzelne Abschnitte darstellt, absieht, so folgt bei den meisten Wirbelthieren nach der Magenerweiterung ein mehr oder weniger langer, enger Schlauch als Dünndarm, der die Verdauung der stickstofflosen Nahrungsmittel entweder vorzugsweise (wie bei den Carnivoren) oder ausschliesslich (wie bei den Herbivoren und vielleicht auch den Omnivoren) vermittelt und zur Resorption alles Verdauten dient.

Die Ausdehnung der vom Dünndarm dargestellten Verdauungsfläche, d. h. die Entwicklung desselben in die Länge zeigt grosse Verschiedenheiten nach Maassgabe der verschiedenen Beschaffenheit und Menge der zur Verdauung hier gelangenden Nahrungsmittel. Wo die Nahrungsmittel schnell verdaut werden, bedarf es einer kleinern Verdauungsfläche, als wo sie langsam in flüssige Form gebracht werden, und wo die Menge der zu verdau-

enden Nahrungsmittel eine kleine ist, kann die Verdauungsfläche gleichfalls kleiner sein, als da, wo dieselbe sehr viel grösser ist und die Nahrungsmittel voluminöser sind. Die Länge des Dünndarms ist also abhängig 1) von der Schnelligkeit, mit welcher verdaut wird und 2) von der Menge und dem Volumen der Nahrungsmittel. Daher ist der Dünndarm relativ am längsten bei den herbivoren Thieren, kürzer bei den Omnivoren und am kürzesten bei den carnivoren. Bei denjenigen Wirbelthieren, die wegen grössern Nahrungsbedürfnisses mehr Nahrungsmittel in einer gegebenen Zeit verbrauchen, ist der Dünndarm gleichfalls länger, als bei denen, bei welchen wegen geringern Nahrungsbedürfnisses in derselben Zeit weniger Nahrungsmittel verbraucht werden. Daher Säugethiere und Vögel einen relativ längern Dünndarm haben, als Amphibien und Fische.

Der dem Pförtner des Magens zunächst liegende Theil stellt, soweit er mit dem Pancreas verbunden ist, den beim Menschen s. g. Zwölffingerdarm *(Intestinum duodenum)* dar, welcher bei manchen Säugethieren (Cetaceen, Lama, Dromedar, mehreren Nagern, Phascolarctos etc.) eine birnförmige Erweiterung bildet, bei den Vögeln, aber auch schon bei manchen Säugethieren, wie beim Hunde (Fig. 74a), manchen Nagern (z. B. Lepus u. a.) in eine sehr in die Länge gezogene Schlinge gelegt ist, welche das Pancreas umschliesst. Bei den Knochenfischen trägt das Duodenum dicht am Pylorus eine verschiedene Zahl (1 bis 100 und mehr) blinddarmförmiger Anhänge — die sog. Pförtneranhänge *(Appendices pyloricae)*, welche das hier im Allgemeinen fehlende Pancreas vertreten sollen. Indess manche Fische (z. B. die Salmen u. a.) haben neben den Pförtneranhängen noch ein wirkliches Pancreas, daher die functionelle Bedeutung jener noch zweifelhaft bleibt.

Hinsichtlich des Baues des Dünndarms kann man unterscheiden

1) einen Bewegungsapparat,
2) einen Resorptionsapparat und
3) einen Secretionsapparat.

Der Bewegungsapparat besteht:

a. aus der Muskelhaut des Dünndarms und
b. aus der serösen Umhüllung desselben — dem Bauchfelle,

welche beide im Allgemeinen nach demselben Plane angelegt sind, wie beim Menschen. Nur kommt bei einigen Fischen (z. B. bei Cyprinus tinca) bezüglich der Muskelhaut die Abweichung vor, dass dieselbe, statt wie sonst von glatten Muskelfasern gebildet zu sein, aus quergestreiften Muskelfasern besteht.

Der Resorptionsapparat wird gebildet:

a. von der Darmschleimhaut mit ihren Saugadern, den Darmzotten und verwandten Bildungen dieser, und
b. von den Peyer'schen und solitären Drüsen.

Der Grad seiner Ausbildung steht in geradem Verhältnisse zur Verdaulichkeit der Nahrungsmittel. Je leichter diese verdaulich sind, je mehr aufgelöste Theile in einer gegebenen Zeit zur Aufsaugung sich darbieten, um so stärker sind alle Bildungen entwickelt, welche auf die Vermittelung der Resorption des Verdauten sich beziehen. Daher alle hierher gehörigen Einrichtungen bei carnivoren Thieren mehr ausgebildet sind, als bei Omnivoren und Herbivoren.

Die Darmzotten finden sich bei allen Säugethieren (mit wenigen Ausnahmen) und den meisten Vögeln, besonders den Hühnern, Tauben, Straussen, Spechten, Störchen, Papageien, Falken, Geiern u. a. Bei den carnivoren Thieren und überhaupt bei Thieren, welche eine leicht verdauliche concentrirte Kost geniessen, deren Verdauung rasch vor sich geht, sind sie stärker entwickelt, als bei Pflanzenfressern, wo die Verdauung langsamer ist. So zeichnen sich die carnivoren Säugethiere durch ganz besonders lange Zotten aus. — Sehr lange Zotten finden sich auch beim Strauss unter den Vögeln. Bei manchen Vögeln (Schnepfen, Reihern, Raben u. a.) finden sich statt Zotten zickzackförmige Fältchen, die oft Netze bilden, was bei Amphibien und Fischen die vorherrschende Form wird.

Die Peyer'schen und solitären Drüsen kommen nur bei den beiden höheren Wirbelthierklassen, Säugethieren und Vögeln vor, bei letzteren indess schon mehr zerstreut, während bei ersteren sie grössere Haufen und Reihen bilden. Früher hat man diese Gebilde für secernirende Drüsen betrachtet, was sie entschieden nicht sind. Welche Rolle sie indess bei der Resorption spielen, ist noch nicht bekannt.

Die Valvulae conniventes Kerkringi des Menschen, die man als Faltenbildungen ansehen kann, welche die aufsaugende Fläche des Dünndarms vermehren, kommen auffallender Weise bei den Wirbelthieren nicht mehr vor. Daher man geneigt ist, ihnen eine mechanische Bedeutung zu geben und sie zum aufrechten Gange des Menschen in Beziehung bringt. Bei manchen Nagern, z. B. bei dem Kaninchen, bildet die Schleimhaut im unteren Theile des Dünndarms Längsfalten.

Der Secretionsapparat wird dargestellt von den Drüsen, deren Ausführungsgänge in den Dünndarm münden. Diese sind:

a. solche, welche in der Darmwandung sitzen, wie
   α) die Brunner'schen Drüsen und
   β) die Lieberkühn'schen Drüsen und
b. grössere, ausserhalb des Darms liegende Drüsen, wie
   α) die Gallendrüse oder Leber und
   β) die Bauchspeicheldrüse,

die ihr Secret in den Anfang des Dünndarms ergiessen.

Von diesen Drüsen der Darmwandung befinden sich die Brunner-schen, kleine acinöse Drüsen, nur im Anfange des Duodenums, die Lieber-kühn'schen aber, welche kleine, blinddarmförmige sind, kommen im ganzen Dünndarm vor. Sie liefern den Darmsaft, welchem zweierlei Wirkung zugeschrieben wird, nämlich 1) bei allen Thieren das Stärkemehl in Zucker umzuwandeln und 2) bei den carnivoren (nicht aber bei Pflanzenfressern) Eiweisskörper zu verdauen. Es wird daraus begreiflich, warum diese Dünndarmdrüsen bei herbivoren Thieren stärker entwickelt sind, als bei Carnivoren, ohne bei den letzteren ganz in Wegfall zu kommen, da sie, wenn auch nicht zur Umwandlung des Stärkemehls, so doch zur Verdauung der Eiweisskörper beitragen. Indess von der Grösse des zu befriedigenden Nahrungsbedürfnisses, d. h. von dem Mengeverhältnisse der in gegebener Zeit verdaut werdenden Nahrungsmittel hängt ebenfalls die Entwicklung dieser Darmdrüsen mit ab. Denn wo ein geringes Nahrungsbedürfniss vorliegt, bedarf das Thier weniger auflösender Secrete, als im umgekehrten Falle, wo eine grössere Menge erforderlich wird, um mit deren Hülfe alles Nahrhafte aus den Nahrungsmitteln in möglichst kurzer Zeit auszuziehen und für den Stoffwechsel zu gewinnen. Daher bei Säugethieren, bei welchen in derselben Zeit wegen grösstem Nahrungsbedürfnisse die grösste Menge Nahrungsmittel verdaut wird, die Brunner'schen und Lieberkühn'schen Drüsen vorhanden sind, bei den Vögeln dagegen schon die Brunner'schen Drüsen fehlen und bei den Amphibien und Fischen endlich auch die Lieberkühn'schen Drüsen in Wegfall kommen, und nur durch Grübchen einigermaassen ersetzt werden, welche von netzförmig untereinander verbundenen Fältchen der Schleimhaut gebildet werden.

Von den ausserhalb der Darmwandung liegenden grösseren Drüsen liefert die Leber die Galle und die Bauchspeicheldrüse *(Pancreas)* den Bauchspeichel. Das Secret der erstern dient zur Fettverdauung, das der letzteren zur Umwandlung des Stärkemehls in Zucker, der Verdauung der Eiweisskörper (wenn es mit den Säuren des Magensaftes gemengt wurde) und in geringerem Maasse auch des Fettes.

Beide Drüsen kommen bei allen Wirbelthieren vor, liegen stets am Anfang des Dünndarms und senden ihre Ausführungsgänge nahe hinter dem Pylorus in denselben ein.

Die Leber (*Hepar*) ist im Allgemeinen eine grosse, mächtige Drüse von rothbrauner oder braungelblicher Farbe. Ihr Secret, die Galle, wird durch einen oder mehrere Gänge in den Darm ergossen. Meistens steht mit diesen Gallgängen noch ein häutiger Behälter, die Gallenblase, in Verbindung, welche die Galle, die in der Zeit ausser der Verdauung secernirt wird, ansammelt, um sie bis zur wiedereintretenden Ver-

dauung zu reserviren. Die Grösse der Leber ist im Allgemeinen verschieden, bei denjenigen Thieren immer bedeutender, welche viel fetthaltige Nahrungsmittel geniessen, als bei solchen, wo dies weniger der Fall ist. Daher die Leber bei carnivoren Thieren durchaus grösser ist, als bei Pflanzenfressern. Die Form der Leber ist auch manchen Verschiedenheiten unterworfen und im Allgemeinen von dem Raume, welchen die Bauchhöhle ihr zur Verfügung stellt und von der Form der Leibeshöhle abhängig. Wo die Leber gross, der ihr zugemessene Raum eng ist, pflegt sie in mehr oder weniger zahlreiche, 2—7 und mehr Lappen gespalten zu sein, um sich jeder Form des Raumes anpassen zu können; im entgegengesetzten Falle ist sie ungelappt.

Bei vielen Wirbelthieren fehlt die Gallenblase, namentlich bei solchen, deren Verdauung keine grosse Unterbrechung zu erleiden pflegt, vielmehr fortdauernd stattfindet, wie dies namentlich bei Herbivoren, aber auch bei manchen Carnivoren stattfindet. So fehlt die Gallenblase unter den Säugethieren vielen Wiederkäuern (Hirsch, Camel), den Pachydermen (mit Ausnahme des Schweins), den Einhufern, vielen Nagern (Mus, Cricetus), dem Faulthier u. a.; unter den Vögeln den meisten Papageien, den Tauben, Straussen, Rhea americana, den Cuculiden, Rhamphastos u. a.; unter den Fischen den Petromyzonten.

Die Anordnung der Gallengänge, durch welche die Galle zur Zeit der Verdauung aus der Leber und Gallenblase in den Darm geführt wird, während der Zeit jedoch, in welcher nicht verdaut wird, von der Leber nur nach der Gallenblase gelangt, ist im Allgemeinen eine sehr verschiedene. Man kann aber alle auf folgende Grundtypen zurückführen. Nämlich 1) ein Lebergallengang (*Ductus hepaticus)* verbindet sich, wie beim Menschen, mit einem aus der Gallenblase hervorgehenden Blasengange (*Ductus cysticus*) spitzwinklich zu dem in das Duodenum einführenden gemeinsamen Gallengang (*Ductus choledochus*) (Fig. 71). Diese Anordnung zeigen die Gallengänge bei den meisten Säugethieren, einigen Vögeln

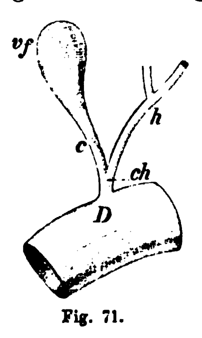


Fig. 71.

(Buceros), manchen Amphibien und einigen Fischen (Lophius). Statt einem Ductus hepaticus können zwei mit dem Blasengange zur Bildung des Ductus choledochus zusammenfliessen (*Phoca litorea)* oder die Anzahl der Lebergänge ist noch grösser, welche nach einander mit dem Blasengange zusammenfliessen, wie bei manchen Säugethieren (Tarsius, Galeopithecus, Monotremen) und Fischen [Xiphias, (Fig. 72) Trigla, Acipenser]. 2) Von zwei Lebergängen hilft nur der eine den Ductus choledochus bilden, der andere führt aus der Leber quer in die Gallenblase (Fig. 73), besonders in den Hals, — Leberblasengang (*Ductus hepatico-cysticus*) genannt (manche Säugethiere, wie Rind, Schaf, Hund). 3) Es kommt die Bildung eines Ductus choledochus nicht zu Stande, der Lebergang geht als Leberdarmgang (*Ductus hepatico-entericus*) di-

rect zum Duodenum und ebenso geht auch getrennt der Blasengang als Blasendarmgang (*Ductus cystico-entericus*) zum Darm. Um aber Lebergalle auch in die Blase zu führen, geht aus der Leber noch ein besonderer Gallengang quer nach der Gallenblase, — Leberblasengang (*Ductus hepatico-cysticus*) (Fig. 74), eine Anordnung, die unter den Säugethieren bei Lutra vul-

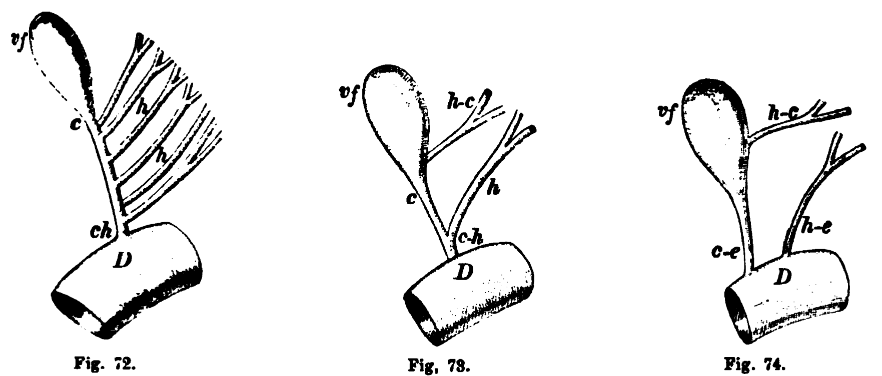



Fig. 72. Fig. 73. Fig. 74.

Fig. 71—74. *vf* Gallenblase, *c* Blasengang, (*Ductus cysticus*), *h* Lebergang (*Ductus hepaticus*). *ch* Gemeinsamer Gallengang (*Ductus choledochus*), *hc* Leberblasengang (*Ductus hepatico-cysticus*), *he* Leberdarmgang (*Ductus hepatico-entericus*), *ce* Blasendarmgang (*Ductus cystico-entericus*), *D* Duodenum,

garis, dann bei fast allen Vögeln und unter den Amphibien bei Cheloniern und Nilkrokodil u. a. sich findet. — Wo eine Gallenblase mangelt, ist natürlich nur ein grosser Ductus hepatico-entericus, oder, wie bei Petromyzon, statt dessen eine Anzahl kleinere, die nach einander in den Darm einmünden.

Die Bauchspeicheldrüse (*Pancreas*) kommt als eine im Baue den Mundspeicheldrüsen ähnliche acinöse Drüse, die stets am Anfange des Darms oder am Magen anliegt, oft mit diesem, wie bei Pelobates, oder auch selbst mit der Milz, wie bei Plagiostomen, Chimaera, Ringelnatter, Eidechse (nach Leydig) verwachsen ist — bei fast allen Wirbelthieren vor. Unter den Fischen haben indess nur die Plagiostomen, Chimaera, Ganoiden, der Hecht, die Forelle und der Aal ein Pancreas, während allen übrigen Knochenfischen dasselbe fehlt. Daher hat man auch die blinddarmförmigen Pförtneranhänge, obgleich sie bei den Forellen, die ein Pancreas haben, auch vorkommen, für ein Analogon der Bauchspeicheldrüse genommen.

Meistens hat das Pancreas einen Ausführungsgang; sehr oft, wie bei vielen Säugethieren, Vögeln, Cheloniern, Krokodilen zwei Gänge, bisweilen selbst drei (Hühner, Tauben) und mehr Gänge, die in den Anfang des Darms, einer davon oft mit dem Ductus choledochus verbunden, einmünden.

Die Säugethiere haben bald nur einen Ductus pancreaticus, der entweder mit dem Gallengang verbunden oder davon getrennt in den Darm führt, bald zwei Gänge, wo dann einer wenigstens mit dem Gallengang sich zu verbinden pflegt. Auch die Eintrittsstelle am Duodenum verhält

sich verschieden, bald dem Pylorus näher liegend, bald beträchtlich davon entfernt.

Säugethiere, welche nur einen Pancreasgang haben, sind die Affen, die meisten Nager, mit Ausnahme des Biber, die Beutelthiere, Carnivoren, mit Ausnahme des Hundes und der Hyäne, viele Pachydermen (Schwein, Pecari, Hyrax u. a.), sowie die meisten Wiederkäuer.

Der Ductus pancreaticus verbindet sich vor seinem Eintritt in das Duodenum mit dem Gallengang bei den Affen, Beutelthieren, Carnivoren, beim Schaf und der Ziege, bei dem Kameel u. a. Die gemeinsame Mündung in's Duodenum liegt bei den Carnivoren 1½—2 Zoll, beim Lama, Damhirsch u. a. mehrere Zolle und bei der Ziege und dem Schafe dagegen etwa 1 Fuss hinter dem Pylorus. Getrennt bleibt der pancreatische Gang vom Gallengang bei den meisten Nagern, dem Rind und Schwein. Beim Rind mündet er 15 Zoll hinter dem Gallengang und 3 Fuss hinter dem Pförtner, beim Schwein dagegen nur 5—7″ hinter dem Gallengang und 6—8″ vom Pförtner entfernt in den Darm. Auch bei den Nagern liegt die Eintrittstelle meistens ziemlich vom Pylorus entfernt. Beim Kaninchen mündet der Ductus pancreaticus etwa 13—14″ vom Pylorus entfernt in das Ende des eine lange Schlinge bildenden Duodenums (Fig. 74b *dp*), während der Gallengang nahe beim Pylorus sich einsenkt.

Zwei pancreatische Gänge, von denen einer mit dem Gallengang sich zu verbinden pflegt, finden sich bei Einhufern (Meckel hat indess beim Esel nur einen gefunden), beim Elephant, beim Biber, bei mehreren Carnivoren, dem Hunde (Fig. 74a), der Hyäne (nach Bernard auch bei der Katze) u. a. Bei

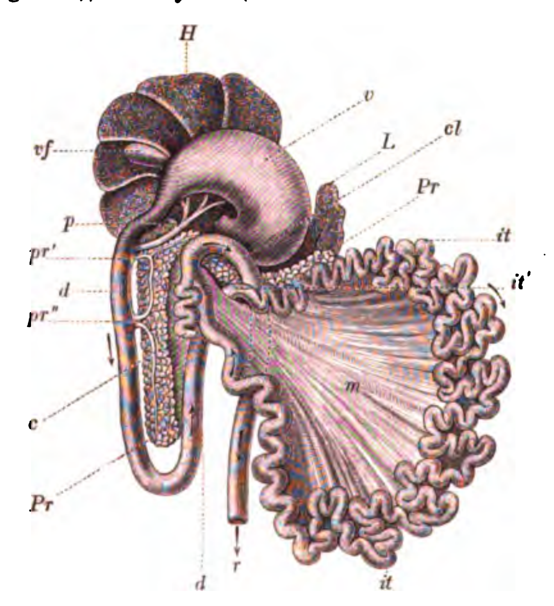



**Fig. 74a.** Magen, Darm, Leber, Pancreas und Milz vom Hunde *(Canis familiaris)*. *v* Magen, *p* Pylorus, *H* Leber, *vf* Gallenblase, *L* Milz, *Pr* Pancreas. *pr′* Vorderer kleiner Ausführungsgang desselben. *pr″* Hinterer grösserer Gang, *d* Duodenum, eine Schlinge bildend. *it* Der nach dem Duodenum folgende Theil des Dünndarms, *it′* Uebergangsstelle des Duodenums in das Injunum, *m* Gekröse des Dünndarms *(Messenterum)*, *c* Blinddarm, *cl* Colon, *r* Rectum.

den Einhufern mündet der vordere der beiden Gänge entweder mit dem Gallengang (Meckel) oder getrennt von demselben, aber nahe bei ihm (Gurlt), etwa 3—4″ hinter dem Pylorus in den Darm, während der zweite kleinere Gang einige Zolle tiefer in's Duodenum führt. Beim Biber fliesst ein kleiner vorderer Gang mit dem Gallengang zusammen oder mündet selbst vor demselben in den Darm, während der hintere grössere Gang 16—18″ hinter dem Gallengang in das Duodenum einbricht. Von den 2 Gängen des Pancreas des Hundes (Fig. 74a *pr′ pr″*) mündet der kleine vordere (*pr′*) entweder dicht neben dem Gallengang oder mit ihm verbunden 1—1½″ hinter dem Pylorus, der grössere hintere (*pr″*) etwa 1—1½″ hinter diesem in das Duodenum. Aehnlich ist auch das Verhalten bei der Hyäne. Bernard fand bei der Katze stets 2 Gänge, einen grossen Hauptgang und kleinen Nebengang, von denen stets der dem Pylorus näher gelegene dem Gallengang sich verband. Der mit dem Gallengang sich verbindende war bald der Hauptgang, bald der kleinere Nebengang.

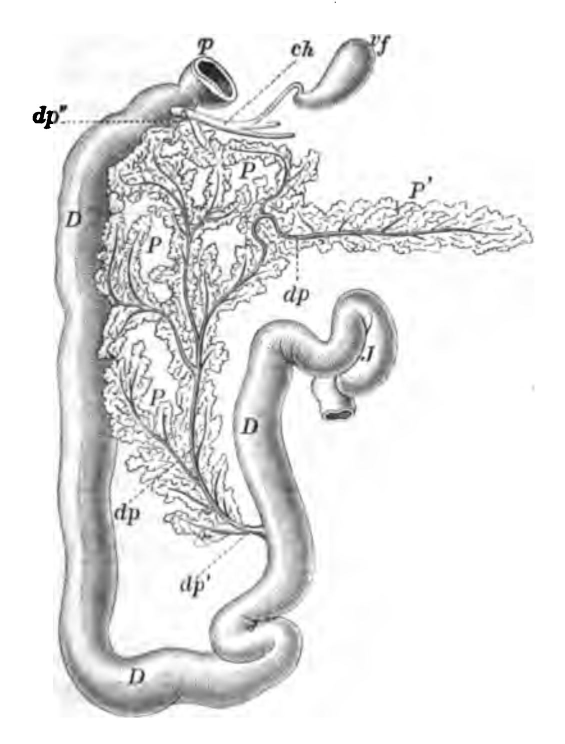



**Fig. 74b.** Bauchspeicheldrüse vom Kaninchen *(Lep. cuniculus)* nach Cl. Bernard. *p* Pförtnertheil des Magens. *D* Duodenum, *J* Anfangstheil des Jejunum, *vf* Gallenblase, *ch* Ductus choledochus, *P* Pancreas. *P′* Querliegender Theil desselben, bis zur Milz sich erstreckend, *dp* Ausführungsgang *(Ductus pancreaticus)*, *dp′* Einmündung in den aufsteigenden Schenkel der Schlinge des Duodenums. *dp″* Ein zweiter kleiner Gang, der nach Bernard mit dem Gallengang sich verbinden soll.

Da der pankreatische Saft Stärkemehl in Zucker umwandelt, so findet man auch die Entwickelung des Pancreas bei Pflanzenfressern stärker, als bei Carnivoren, ohne dass es bei letzteren ganz verkümmerte, im Gegen-

theil bleibt es noch ansehnlich; offenbar desshalb, weil sein Secret auch auf die Eiweisskörper und wie es scheint, in, wenn auch nur geringem Maasse auf die Fette einen verdauenden Einfluss übt.

### 3. Pars egestoria des Verdauungsapparates.

#### a. Dickdarm (Intestinum grassum).

Dieser Endabschnitt des Nahrungsschlauches ist zunächst dazu bestimmt, die unverdauten Speisereste zu sammeln und von Zeit zu Zeit nach aussen zu entleeren. Doch findet darin auch noch Aufsaugung von Allem statt, was an Aufsaugbarem sich darbietet, nicht aber Verdauung von unverdauten Speisetheilen, welche aus dem Dünndarm etwa noch herüberkommen. Nur in Verdauung bereits begriffene Substanzen, welche im Dünndarm schon mit den dortigen Verdauungssecreten untermischt, aus diesem in den Dickdarm herübergelangen, können mit Hülfe der mitgebrachten auflösenden Säfte hier noch weiter zerfallen und in flüssige Form übergeführt werden. Solches findet namentlich bei herbivoren und omnivoren Thieren statt, deren Nahrungsmittel sehr schwer und langsam verdaut werden, und bei den höheren Wirbelthieren, bei welchen, wie bei den Säugethieren und zum Theil auch bei Vögeln, wegen grossem Nahrungsbedürfnisse, verhältnissmässig grosse Mengen von Nahrungsmitteln in gegebener Zeit zur Verdauungsstätte gelangen. Weniger dagegen ist es bei den carnivoren Thieren der Fall, deren Nahrungsmittel meistens leicht und rasch aufgelöst werden, so dass von den genossenen verdaulichen Speisetheilen am Ende des Dünndarms kaum noch solche sich vorfinden, die noch nicht verdaut wären, — auch weniger bei den niedern Wirbelthieren, bei welchen wegen schwächerem Nahrungsbedürfnisse es minder nothwendig erscheint, die Nahrungsmittel bezüglich ihrer nahrhaften Bestandtheile so vollständig, als dort, auszunützen. Hiernach lassen sich nun auch die grossen Verschiedenheiten begreifen, welche der Dickdarm hinsichtlich seiner Weite und Länge und bezüglich seines Baues u. s. w. in der Reihe der Wirbelthiere zeigt.

Die am menschlichen Dickdarm unterscheidbaren drei Bezirke, nämlich 1) der Blinddarm *(Intestinum coecum)*, 2) der Grimmdarm *(Intestinum colon)* und der Mastdarm *(Intestinum rectum)* sind nur bei den Säugethieren vorhanden und hier selbst nicht allgemein. Bei den übrigen Wirbelthieren ist er so kurz, dass er nur dem durch die Beckenhöhle laufenden Mastdarm entspricht, der Grimmdarm demnach fehlt.

Form und Bau des Dickdarms sind meistens von dem menschlichen abweichend. Die gewöhnlich in drei Reihen liegenden zelligen Ausbuchtungen seiner Wand *(Cellulae coli)*, sowie die nach der Darmhöhle

vorspringenden Falten *(Plicae coli)* und die die Zellenreihen trennenden, von der Längsfaserschichte der Muskelhaut gebildeten Längsstreifen *(Ligamenta coli)* finden sich nur bei Affen und manchen Nagern *(Lepus* u. a.); sonst ist der Dickdarm glatt und cylindrisch, ähnlich dem Dünndarme. Seine Lage und sein Verlauf in der Bauchhöhle ist bei den Säugethieren im Allgemeinen ein ähnlicher, wie beim Menschen; nur bei den Wiederkäuern und dem Schwein weicht er sehr wesentlich darin ab, dass er in mehrere Spiralwindungen sich legt und diese im Gekröse des Dünndarms befestigt sind (Fig. 75). Wie beim Menschen, so ist auch bei den

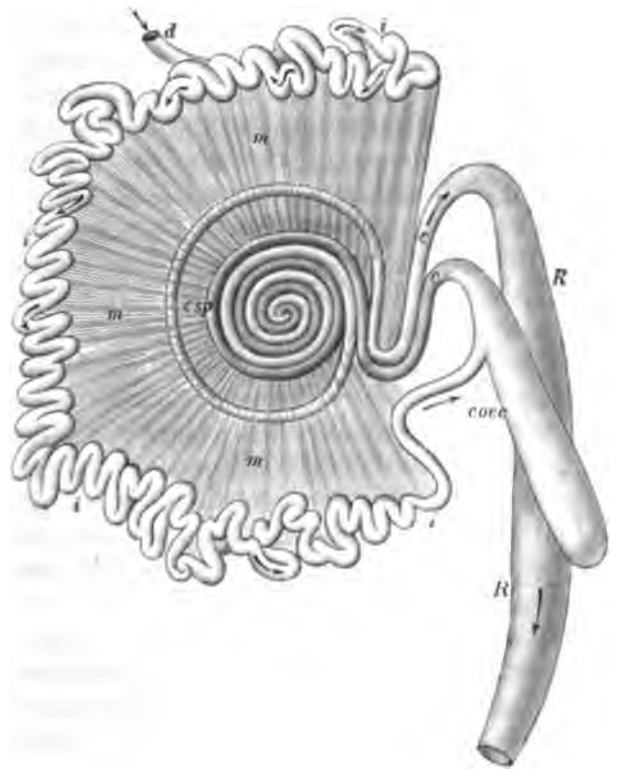



Fig. 75. Dünn- und Dickdarm eines Wiederkäuers (Ziege), *d* Duodenum, *i* Windungen des übrigen Dünndarms, *m* Gekröse desselben, *coec* Blinddarm *(Coecum)*, *c* Grimmdarm *(Colon)*, *csp* Spiraldarm, im Gekröse des Dünndarms liegend, *R* Mastdarm *(Rectum)*.

Wirbelthieren der Dickdarm im Allgemeinen beträchtlich weiter als der Dünndarm. Seine Weite verhält sich zu der des Dünndarms meistens wie 5 : 1 oder 6 : 1. Indess bei herbivoren Säugethieren, besonders Wiederkäuern, wo er ansehnlich lang ist, fällt stellenweise seine Weite zu der des Dünndarms herab oder wird selbst noch enger als dieser.

Was seine Länge betrifft, so ist er, gleich wie der menschliche, be-

trächtlich kürzer, als der Dünndarm, und zwar bei den carnivoren Thieren in höherem Maasse, als bei Herbivoren. Ganz besonders kurz ist er bei den Robben (1 : 14) und mehreren Edentaten Mycmecophaga, Bradypus, (1 : 9—11). Bei den carnivoren Säugethieren verhält sich die Länge des Dickdarms zu der des Dünndarms wie 1 : 5—7, während bei Herbivoren, z. B. bei den Wiederkäuern (Rind, Schaf etc.) sie sich wie 1 : 4, bei anderen (Hirsch, Einhufern, manchen Nagern, wie Lepus, Cricetus) wie 1 : 2 oder (bei Sciurus), wie 1 : 3 sich verhält.

Sehr kurz ist der Dickdarm auch bei den Vögeln, Amphibien und Fischen. Bei dem Casuar verhält sich die Länge des Dickdarms zu der des Dünndarms wie 1 : 6; beim Flussadler wie 1 : 68—70, indem letzterer 8′ 4″, der Dickdarm aber nur $1^1/_2$″ lang ist. Während es nun als Regel gelten kann, dass die Länge des Dickdarms beträchtlich geringer ist, als die des Dünndarms, so fehlt es doch nicht an Ausnahmen, in denen das Gegentheil statthat. So ist der Dickdarm bei den herbivoren Cetaceen, wie beim Dugong *(Halicore)* noch einmal so lang, als der Dünndarm, verhält sich also zu letzterem, wie 2 : 1. Aehnlich ist es beim Strauss, dessen Dickdarm 40′ lang ist, während der Dünndarm nur eine Länge von 22′ hat.

Die Abgrenzung des Dickdarms vom Dünndarm wird innerlich durch die Valvula coli, äusserlich durch den Blinddarm bewerkstelligt.

Die Valvula coli, welche von zwei einander gegenüberstehenden Duplicaturen gebildet wird und auf Verhinderung des Rücktrittes des Inhaltes des Dickdarms in den Dünndarm berechnet ist, fehlt unter den Säugethieren den Cetaceen und mehreren Edentaten (Faulthier u. a.), den meisten Amphibien (nur Iguana, Varranus haben eine solche) und Fischen; oder sie wird, wie bei den Vögeln u. a. von einer ringförmigen Falte vertreten.

Bei den Fischen ist eine Trennung des Darmes in Dünndarm und Dickdarm selten unterscheidbar und der Gesammtdarm von sehr geringer Länge; daher bei manchen, wie bei den Haifischen, um die Durchbewegung der Nahrungsmittel durch den Darm nicht allzu rasch erfolgen zu lassen, eine Spiralklappe durch den ganzen Darm sich zieht. Bei dem Stör ist eine Trennung in Dünndarm und Dickdarm vorhanden. Der erstere beschreibt eine der Duodenalschlinge der Vögel ähnliche Schlinge und hat eine netzförmige Schleimhaut. An der Uebergangsstelle in den Dickdarm (Afterdarm) findet sich eine pförtnerähnliche Klappe — *Valvula coli* — und zieht sich durch letzteren, der gerade nach hinten läuft, ähnlich, wie bei den Haifischen, auch eine Spiralklappe, die gleichsam eine Fortsetzung der Valvula coli ist.

Der Blinddarm ist bei Säugethieren ziemlich allgemein vorhanden,

wenn auch von sehr verschiedener Ausbildung, während sein wurmförmiger Fortsatz *(Processus vermiformis)* den meisten fehlt. Nur bei einigen Affen (Orang-Utang Fig. 76) und Halbaffen (Lori, Nycticebus), einigen Nagern (Lepus) und Beutelthieren (Wombat) findet sich ein solcher vor.

Man war stets geneigt, den Blinddarm als eine Art Nachverdauungsapparat zu betrachten. Allein das von seinen Drüsen, besonders denen des Processus vermiformis gelieferte Secret übt auf Proteïnkörper keine verdauende Wirkung aus, höchstens, gleich dem Darmsaft, das Stärkemehl verändernde. Daher der Blinddarm wohl mehr als eine Einrichtung zu betrachten ist, mit deren Hülfe, da die aus dem Dünndarm gekommenen Speisetheile, wie in einer Sackgasse, sehr lange darin verweilen, die in Verdauung begriffenen Speisetheile ihre gänzliche Verflüssigung hier abwarten, um darnach noch resorbirt zu werden. Daher man auch oft im Blinddarm mancher Thiere Zotten vorfindet.

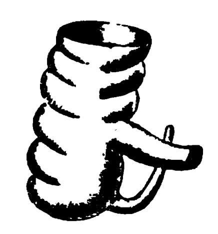


Fig. 76. Blinddarm mit dem wurmförmig. Fortsatze vom Orang-Utang.

Damit steht auch im Einklang, dass der Blinddarm bei solchen Thieren, die von schwerverdaulichen Nahrungsmitteln leben, wie bei Herbivoren, sehr viel stärker entwickelt zu sein pflegt, als bei Carnivoren, deren Nahrungsmittel rasch zerfallen.

1) Klein und einfach ist desshalb der Blinddarm bei den Carnivoren (Fig. 77), Robben, Monotremen, einigen Cetaceen, carnivoren und herbivoren Beutlern und unter den Pachydermen beim Pecari.

2) Grösser ist er bei den Einhufern, Wiederkäuern (Fig. 78) und einigen Pachydermen.

3) Sehr gross ist er bei einigen herbivoren Beutlern, wie Phalangista, wo er zweimal die Länge des Körpers misst, bei Phoscolarctos, ferner bei manchen Nagern, wie Lagomys, Hystrix, Lepus; bei letzterem eine Spiralklappe enthaltend.

4) Der Blinddarm ist doppelt, wie bei den Vögeln, bei mehreren Edentaten (Dasypus, Myrmecophaga didactyla) (Fig. 79), bei Manatus (Fig. 58*c*) und einigen Pachydermen (Hyrax) u. a.

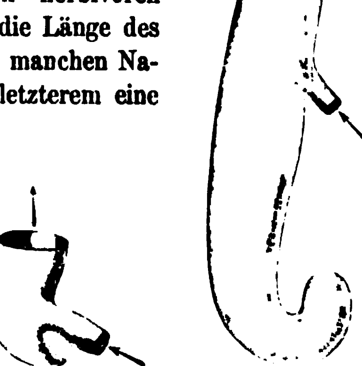


Fig. 77. Blinddarm vom Löwen. Fig. 78. Blinddarm von der Giraffe.

5) Er fehlt bei mehreren Cetaceen (Physeter macrocephalus, Delphinus, Narwal), bei Dasyurus (carnivorem Beutler), beim Faulthier und dem Gürtelthier, bei Myoxus (Nager), bei Nasua und Mustela unter den Carnivoren, sowie bei den Insectivoren und Chiropteren.

Aehnlich wie beim Säugethiere verhält es sich mit dem Blinddarm bei Vögeln. Bei Pflanzenkost (Fig. 80) pflegt er stärker ausgebildet zu sein, als bei Fleischnahrung (Fig. 81), wo er sehr rudimentär wird. Bei man-

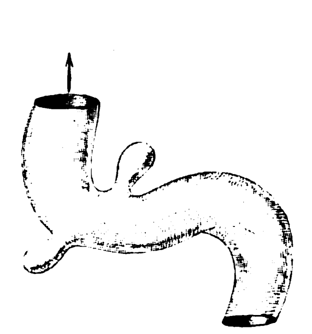


Fig. 79. Doppelte Blinddärme von *Myrmecophaga didactyla.*



Fig. 80. Blinddärme v. Huhn.



Fig. 81. Blinddärme von einem carnivoren Vogel *(Cormoran).*

chen Vögeln wie beim Strausse (Fig. 82) enthält er ähnlich wie bei Lepus eine Spiralklappe. Eigenthümlich ist aber den Vögeln die Duplicitaet des Blinddarms, fast alle Vögel haben doppelte Blinddärme, nur bei wenigen, wie bei Cicinia, Ardea u. a., wo er ohnehin klein ist, ist er auch einfach (Fig. 83).

Bei den Amphibien haben nur die Landschildkröten und einige Saurier, wie Chamaleo, Seps, Scincus, Draco, Iguana, Lacerta, Polychros, einen Blinddarm; sonst fehlt er meistens.

Das Gleiche gilt auch von den Fischen, wo nur bei den Rochen ein Blinddarm noch angetroffen wird.

### b. After (Anus).

Die Ausmündung des Nahrungsschlauches nach aussen — der After — verhält sich bei den Wirbelthieren bald wie bei dem Menschen, bald weicht sie mehr oder weniger davon ab. Uebereinstimmend mit der Anordnung beim Menschen, ist auch bei den Säugethieren die Afteröffnung getrennt von der Ausmündung der Harn- und Geschlechtswege, mit eigenen Schliessmuskeln versehen und hinter dieser liegend.



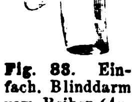


Fig. 82. Blinddärme v. Strauss mit einer Spiralklappe im Innern.

Fig. 83. Einfach. Blinddarm vom Reiher *(Ardea cinerea).*

Nur bei den Monotremen mündet der After mit den Harn- und Geschlechtswegen in eine Kloake zusammen, welche, gleich dem Anus durch eine mit den Genitalien gemeinsamen Sphincter cloacae nach aussen verschliessbar ist.

Bei den Vögeln, Amphibien und manchen Fischen (besonders Plagiostomen) ist diese Kloakenbildung die Regel. Bei den meisten Fischen aber, namentlich bei den Knochenfischen sind After- und Harngeschlechtsöffnung wieder getrennt, wie bei den Säugethieren und dem Menschen, nur ist die Lage eine umgekehrte, indem der After vor der Harn- und Geschlechtsöffnung sich befindet.

## B. Verdauungsapparat der wirbellosen Thiere.

v. Beneden, Recherches sur l'anatomie des Bryozaires, in mém. de l'académie royale des sciences et belles lettres de Bruxelles. Bd. 18, pag. 5, Taf. I. II. — Cloquet, Anatomie des vers intestinaux. Paris 1824. — Dufour, Recherches anatomiques sur le Lithobius et le Scutigera lineata, in annales de science nat. Tom. II. 1824. pag. 83 und 95. — Derselbe, Recherches anatomiques sur quelques insectes coléopteres, in annales des sciences nat. 2. Ser. Tom. I. pag. 67, pl. 2. 3. — Duges, Recherches anatomiques sur les aranéides, in annales des sciences nat. 2. Ser. Tom. 6. pag. 177. — Ehrenberg, Ueber die Acalephen des rothen Meeres etc. in den Abhandlungen der Academie der Wissenschaften zu Berlin. 1835. p. 183. — Grube, Zur Anatomie von Sipunculus nudus, in Müller's Archiv. 1837. S. 237. — Derselbe, Zur Anatomie der Araneiden, in Müller's Archiv 1842. S. 296. — Gegenbaur, Untersuchungen über Pteropoden und Heteropoden. Leipzig 1858. S. 123. — Hollard, Monographie anatomique du genre Actinia, in annales des sciences nat. 3. Ser. Tom. 15. pag. 274. pl. 6. — F. R. Jones, Myriapoda, in Todd's Cyclopaedia of anatomy and physiology. Vol. III. — R. Leuckart, Beiträge zur näheren Kenntniss der wirbellosen Thiere. Braunschweig 1847. — Derselbe, Zoologische Untersuchungen, 3. Heft. Giessen 1854. S. 38. — Meyen, Verdauungsapparat der Infusorien, in Müller's Archiv 1839. S. 74. — H. Meyer, Ueber die Laterne des Aristoteles, in Müller's Archiv. 1849.— J. Müller, Zur Anatomie von Scolopendra morsitans, in der Isis 1829. S. 549. Taf. 2. Fig. 2—5. — Newport, Insecta, in Todd's Cyclopaedia of anatomy. Vol. II. — Owen, Cephalopoda, ebendaselbst, Vol. I. — Perrier, Recherches sur les pédicellaires etc. des asteries et des oursins, in annales des sciences nat. 5. Ser. Tom. 12. pag. 197, et sur les pédicellaires des Echinonens etc. Tom. 14. pag. 8. — Quatrefages, Mémoires sur l'organisation des Pycnogonides, in annales des sciences nat. 3. Ser. Tom. 4. pag. 69. pl. 1. — Derselbe, Sur les planaires, ebendaselbst, pag. 154. pl. 4—6. — Derselbe, Mémoire sur les gastéropodes phébentères, in annales des sciences nationales. 3. Ser. Tom. 1 u. 4. — Ramdohr, Ueber die Verdauungswerkzeuge der Insecten. Mit 30 Tafeln. Halle 1811. — M. Schulze, Beitr. z. Naturgeschichte d. Turbellarien. Greifswalde 1851. — W. Sharpey, Echinodermata, in Todd's Cyclopaedia. Vol. II. — Suckow, Anatomische Untersuchungen der Insecten und Krustenthiere. Heidelb. 1818. — Strauss-Durckheim, Considérat. générales sur l'anatomie comparée des animaux articulés, auxquelles on a joint l'anatomie descriptive du Melolontha vulgaris. Paris 1828. — Tiedemann, Anatomie der Röhrenholothurie etc. Landshut 1816. — R. Wagner, Bau der Pelagia noctil. Leipzig 1841. — Fr. Will, Horae tergestinae. Leipzig 1844.

Auch bei den wirbellosen Thieren tritt, wie bei den Wirbelthieren, der Verdauungsapparat in Gestalt eines Schlauches auf, der den Körper in seiner Längsrichtung durchläuft und am vorderen Körperende (Kopf) seinen Eingang (Mund), am entgegengesetzten hintern seinen Ausgang (After) hat. Nur bei den Asterien unter den Echinodermen und bei den Coelenteraten u. a., überhaupt bei Thieren, deren Körpergestalt nicht in die Länge gezogen, sondern eine kurze, gedrungene oder scheibenförmige u. dgl. ist, — stellt der Verdauungsapparat, statt einen Schlauch, mehr einen weiten Sack dar, in den von der einen Seite der Mund einführt, und

von der anderen ein After den Ausgang bildet. Letzterer kann indess fehlen, wo dann der Mund sowohl zur Einfuhr der Nahrungsmittel als auch zur Ausstossung der unverdauten Speisereste benutzt wird.

Tritt der Verdauungsapparat in der Schlauchform auf, und dies ist der gewöhnliche Fall, so zerfällt er, wie bei den Wirbelthieren, in drei, nach Form und Funktion verschiedene Abschnitte, in 1) eine Pars ingestoria (Munddarm), bestimmt, die Nahrungsmittel von aussen einzuführen und zur Verdauungsstätte zu leiten, 2) eine Pars digestoria (Magen, Magendarm), in welcher die Nahrung aufgelöst d. h. in flüssige Form übergeführt wird, und 3) eine Pars egestoria, welche unverdaute Speisereste sammelt, um sie aus dem Körper wieder auszuführen.

**1. Pars ingestoria.**

Meistens besteht sie aus 1) dem Munde *(Os)*, 2) dem Schlundkopfe *(Pharynx)* und 3) der Speiseröhre *(Oesophagus)*.

Die Lage des Mundes zeigt bei den Wirbellosen nicht die Beständigkeit, wie bei den Wirbelthieren. Meistens liegt er zwar auch bei ihnen am vorderen Körperende. Doch häufig findet man ihn an die ventrale Seite des Leibes verlegt, wo er weit nach hinten, bis zur Mitte versetzt werden kann. Bei Thieren mit radiärem Körperbau liegt der Mund im Centrum der ventralen Fläche des Körpers. — Hinter dem Munde folgt bei den wirbellosen Thieren eine von muskulösen Wandungen umgebene Erweiterung, die entschieden der Mundhöhle der Wirbelthiere vergleichbar ist, aber ganz allgemein nicht als solche, sondern als Schlundkopf *(Pharynx)* aufgefasst wird. Bei manchen Thieren, die eine räuberische Lebensweise führen, kann derselbe aus dem Munde hervorgestülpt werden und dann als Greif- oder Fangorgan dienen. Die Speiseröhre zeigt bei den Wirbellosen ähnliche Verschiedenheiten, wie bei den Wirbelthieren. Denn auch hier machen Beschaffenheit der Nahrungsmittel, feste oder flüssige Form derselben, Grösse des Bissens und dgl. ihren Einfluss auf Form und Weite des Schlauches geltend.

An den Verdauungsapparat der Wirbelthiere schliesst sich der der Wirbellosen noch in so weit an, als 1) am Munde oder in seiner Umgebung Einrichtungen, beziehungsweise Werkzeuge angebracht sind, welche auf die Aufnahme der Nahrungsmittel von aussen, auf das Ergreifen und Festhalten derselben, auf mechanische Zerkleinerung u. dgl. sich beziehen und Mundorgane — Mundtheile u. dgl. heissen; 2) drüsige, den Speicheldrüsen analoge Organe sich vorfinden, deren Secrete in den Eingangstheil des Nahrungsschlauches zu dem Behufe meistens ergossen werden, um die trockenen Nahrungsmittel anzufeuchten und dadurch ihr Verschlingen zu erleichtern, bisweilen aber auch, ähnlich den Giftdrüsen der Schlangen, ein scharfes, giftiges Secret liefern, das in gemachte Wunden

ergossen wird, um damit zu tödten; und 3) endlich **Kropfbildungen** vorkommen, welche den Backentaschen der Säugethiere und den Kröpfen der Vögel analog, Reservoire abgeben, in welchen Nahrungsmittel eingesammelt werden, um spätere Nahrungsbedürfnisse damit zu befriedigen.

### a. Mundtheile der Arthropoden.

Sie sind ein Analogon der Kauwerkzeuge der Wirbelthiere; nur liegen sie nicht in einer Mundhöhle, wie bei diesen, sondern sind äussere Körperanhänge, dem Hautskelet angehörig, während bei den Wirbelthieren dieser Apparat von Theilen des innern Skelets gebildet wird. Indess zeigen auch diese Mundwerkzeuge hier so grosse Verschiedenheiten, wie dort, da sowohl die Nahrungsmittel, als auch die Verhältnisse, unter welchen sie gewonnen werden müssen, nicht weniger verschieden sind, als bei den Wirbelthieren.

Die kauenden **Mundtheile der Arthropoden** sind ursprünglich **Kopfgliedmaassen**, welche ihre Funktion als Ortsbewegungsorgane meistens ganz abgelegt haben und fast ausschliesslich nur zum **Ergreifen, Festhalten, Zerkleinern** der Nahrungsmittel u. dgl., sowie zur **Einführung derselben in den Nahrungsschlauch** in Beziehung stehen. Bei manchen Arthropoden können einzelne Kopfanhänge noch theilweise die Funktion als Ortsbewegungsorgane beibehalten (Arachniden), während bei andern (Crustaceen) sie diese nicht allein gänzlich eingebüsst haben, sondern selbst eine Anzahl Rumpfgliedmaassen beigezogen werden, um, unter Aufgeben ihrer Bewegungsfunktion, als **Hülfswerkzeuge** der Mundtheile (Beikiefer) bei der Nahrungsaufnahme behülflich zu sein.

Im Allgemeinen kann man als Norm annehmen, dass bei den Arthropoden **vier Paare** von Kopfanhängen oder Gliedmaassen die Mundtheile bilden.

Das **erste Paar** (von vorn nach hinten gezählt) stellt die **Oberlippe** *(Labrum, s. Labium sup.)* dar, welche durch Verschmelzung von beiden Seiten, unpaar ist.

Das **zweite Paar**, nach der Oberlippe folgend, wird von den **Oberkiefern** oder **Kinnbacken** *(Mandibulae, s. Maxillae sup.)* gebildet.

Das **dritte Paar** sind die **Unterkiefer** oder **Kinnladen** *(Maxillae, s. Maxillae infer.)*, häufig mit besonderen Nebenanhängen, den **Kiefertastern** (Fressspitzen, *Palpi maxillares)* besetzt.

Das **vierte Paar** endlich bildet (durch Verschmelzung von beiden Seiten) die meistens wieder unpaare **Unterlippe** *(Labium, s. Labium infer.)*, in der Regel auch Nebenhänge, die sog. **Lippentaster** *(Palpi labiales)* tragend.

Nach den verschiedenen Aufgaben, welche den Mundtheilen der Arthropoden obliegen, kann man sie in

1) kauende, welche die Nahrungsmittel ergreifen, festhalten und zur Einführung in den Nahrungsschlauch zuzubereiten haben und in

2) saugende unterscheiden, welche die schon in passender Form vorhandenen Nahrungsstoffe auf eine zweckmässige Weise in den Nahrungsschlauch einzuführen haben.

*a. Mundwerkzeuge der Insekten.*

Bei den Insekten findet man kauende und saugende Mundtheile vor.

aa) Die kauenden Mundtheile der Insekten bestehen aus 1) der Oberlippe, 2) dem Oberkiefer 3) dem Unterkiefer mit den Kiefertastern, 4) der Unterlippe mit den Lippentastern und 5) der Zunge *(Lingua)* auf der Unterlippe, zwischen den Unterkiefern liegend (Fig. 84).

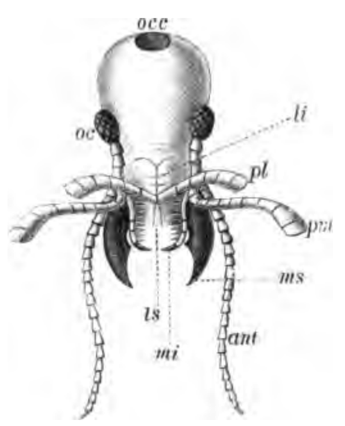



**Fig. 84.** Kauende Mundtheile von *Procerus gigas* (nach R. Wagner) von unten gesehen. *li* Unterlippe, (*Lab. inf.*), *pl* Lippentaster (*Palp, lab.*), *mi* Unterkiefer, *pm* Kiefertaster (*Palp. maxill.*), *ms* Oberkiefer, *ls* Oberlippe (*Lab. sup.*), *ant* Fühler, *oc* Augen, *occ* Hinterhauptsloch.

Von der Lebensweise und Beschaffenheit der Nahrungsmittel hängt es ab, ob die Gestaltung der Kiefer, besonders des Oberkiefers, mehr auf das Kaugeschäft oder auf das Ergreifen und Festhalten der Nahrungsmittel berechnet ist.

Bei den Raubinsekten stellen die Kiefer schlanke, bogenförmige, nach dem Ende zugespitzte Zangenarme dar, durch welche die ergriffene Beute leicht festzuhalten ist, die auch unter Umständen zum Verwunden, nicht aber zum Zerkleinern der Nahrungsmittel, zum Kauen benutzbar sind. Bei solchen Insekten dagegen, welche von fester, vegetabilischer Substanz, von Excrementen, thierischen Leichen u. dgl. leben, sind die Oberkiefer von kurzer gedrungener Gestalt, und tragen an ihrer Basis meistens einen stärkeren Zahn (sog. Backenzahn), haben eine mehr gerade und breite innere Fläche und gehen vorn in eine schneidende, oft Zähne (Mandibularzähne) tragende Kante aus. Man kann demnach aus der Beschaffenheit der Kiefer eines Insektes auf die Lebensweise und umgekehrt schliessen. Doch gibt es auch Raubinsekten, wie das Genus Mantis, deren Kiefer mehr mit denen der Herbivoren Aehnlichkeit haben, wovon der Grund darin liegt, dass ihre vorderen Gliedmaassen zum Theil die Funktion des Oberkiefers in so weit übernommen haben, als dieselbe sich auf das Ergreifen und Festhalten der Beute bezieht.

bb) Die saugenden Mundtheile der Insekten sind nur eine Umgestaltung der kauenden, zeigen aber wieder grosse Verschieden-

heiten, je nach den Verhältnissen, unter welchen die aufzusaugende Nahrung dargeboten wird, und je nachdem mit dem Saugen noch andere Leistungen verbunden sind.

Die geringste Abweichung von der gewöhnlichen Anordnung der kauenden Mundtheile zeigt:

*αα*) Der Saugapparat der Hymenoptera (Fig. 85), an welchem Oberlippe und Oberkiefer noch keine Metamorphose erlitten haben, nur etwas schwächer wurden, während dagegen Unterkiefer und Unterlippe zu einer Art Saugrüssel umgestaltet sind, und zwar die Unterkiefer zu einer aus zwei langen, schmalen Blättchen bestehenden Scheide und die Unterlippe zu einem mit Haaren besetzten und von einem Kanale durchbohrten Cylinder — der sog. Zunge *(Lingua)*, welche die Lippentaster noch als gegliederte Anhänge trägt.

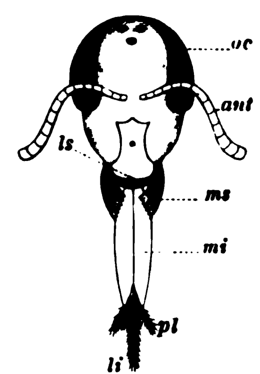


**Fig. 85.** Saugende Mundtheile der Biene von oben. *ls* Oberlippe, *ms* Oberkiefer, *mi* Unterkiefer, zu der Rüsselscheide umgebildet, *li* Unterlippe, zum Saugrüssel umgewandelt, *pl* Lippentaster, *ant* Fühler, *oc* facettirte Augen.

*ββ*) Der Saugapparat der Hemipteren (Fig. 86) zeigt eine schon weiter gehende Umbildung der kauenden Mundtheile. Ober- und Unterkiefer sind zu vier langen feinen Borsten, die einen Stechapparat darstellen, — Borstenkiefer — umgestaltet, die in eine Scheide oder Röhre eingelegt sind, welche aus einer Umwandlung der Unterlippe hervorgeht und den Saugrüssel darstellt.

Aehnlich verhält sich auch der Saugapparat der Dipteren, wo der Saugrüssel gleichfalls aus der Unterlippe hervor sich bildet, während die borsten- oder lanzettförmigen Ober- und Unterkiefer in dem Kanale des Saug-Rüssels liegen.

*γγ*) Beim Saugapparate der Lepidoptera (Fig. 87) sind alle Theile (Oberlippe, Oberkiefer und Unterlippe) bis auf die Unterkiefer verkümmert und ist der Saugrüssel (*Lingua spiralis, Anthlia)* aus diesen dadurch hervorgebildet, dass dieselben in zwei lange



**Fig. 86.** Saugende Mundtheile der Hemipteren (*Nepa*). *ls* Oberlippe, *li* Unterlippe zum Saugrüssel umgestaltet, *set* Stechapparat aus dem umgebildeten Ober- und Unterkiefer hervorgegangen, *oc* Augen.

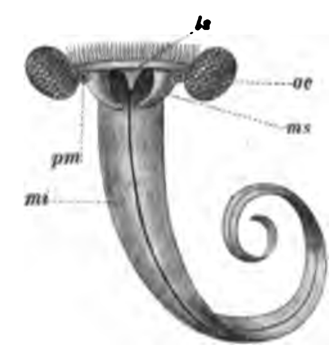


**Fig. 87.** Saugende Mundtheile der Lepidoptera. *ls* Oberlippe, *ms* Oberkiefer, *mi* Unterkiefer zum Saugrüssel, sog. Spiralzunge, umgebildet, *pm* Kiefertastor abgeschnitten, *oc* Augen.

Rinnen ausgezogen wurden, welche sich spiralig aufrollen können und durch enge Aneinanderlagerung eine Saugröhre bilden, deren Basis von kurzen Kiefertastern umgeben ist.

*β. Mundwerkzeuge der Arachniden.* (Fig. 88.)

Die Oberlippe und Oberkiefer (*Maxill.sup.*) kommen hier ganz in Wegfall, und haben sich die Fühler (Antennen) in kieferähnliche Gebilde, nämlich in Greif- und Beissorgane, sog. Scheeren- oder Klauenkiefer, umgewandelt und dadurch ihre Fühlerfunktion aufgegeben. Das Endglied der Kieferfühler ist bei den Scorpioniden scheerenförmig zum Ergreifen und Festhalten dienend, bei den Spinnen dagegen klauenförmig, zum Verwunden und Tödten bestimmt. Denn diese Klauen werden von dem Ausführungsgange einer Giftdrüse, gleich dem Giftzahne bei den Schlangen, durchbohrt. Die Unterkiefer sind bei den Scorpioniden lange armartige Scheeren, deren Endglieder Greiforgane darstellen, während die Basalglieder zum Zerquetschen der Nahrung benutzt werden. Bei den Spinnen dagegen sind sie zu langen, fussartigen Tastorganen umgebildet, doch das Basalglied ebenfalls zum Zerquetschen bestimmt. Die Unterlippe ist mit ihren Tastern bei den Scorpioniden und Spinnen zu einem Locomotionswerkzeuge, nämlich zum ersten Fusspaar umgewandelt.

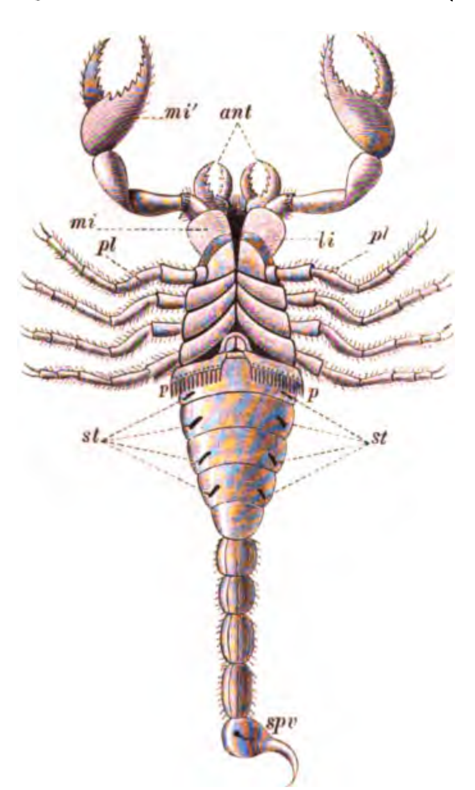



**Fig. 88.** Mundtheile eines Skorpions. *ant* Fühler, zu scheerenartigen Kiefern umgewandelt, *mi* Unterkiefer mit zangenartigem Endgliede (*mi'*), *li* Unterlippe, *pl* Lippentastor, zum ersten Fusspaar umgewandelt. *p* Der sog. Kamm, *st* Athemlöcher, *spv* Giftstachel.

*γ. Mundwerkzeuge der Crustaceen.*

Die Crustaceen leben meistens von animalischen Substanzen, sind zum Theil selbst Räuber, daher ihre Mundtheile im Allgemeinen den Kauenden der Insekten analog sind. Sie bestehen auch aus 1) einer Oberlippe, 2) einem Paar Oberkiefern, 3) einem Paar Unterkiefern und 4) einer

getheilten Unterlippe. Bei den höheren Formen, besonders den Decapoden gesellen sich noch drei Paar Beikiefer als Hülfsorgane hinzu, welche aus einer Umwandlung der den Gehfüssen der Insekten entsprechenden Thoraxanhänge hervorgehen; daher hier die Abdominalanhänge zu Füssen umgestaltet sind. Die niederen Formen der Crustaceen zeigen indess eine solche Vermehrung der Mundtheile nicht; im Gegentheil haben manche sogar weniger als die Insekten, indem die Unterlippe ihnen abgeht und bei denen, welche parasitisch leben, selbst mehr zum Saugen bestimmte Einrichtungen auftreten.

*δ. Mundwerkzeuge der Würmer.*

Da die Bedeckungen der Würmer nicht, wie bei den Arthropoden, zu einem äusserem Skelet umgebildet sind, gehen auch denselben solche äussere Mundtheile gänzlich ab, welche durch Härte ihrer Substanz geeignet wären, ähnlich, wie die der Arthropoden, bei der Nahrungsaufnahme und der Zerkleinerung der Nahrungsmittel verwendet zu werden. Nur weiche, tentakelförmige Bildungen besetzen oft die Mundöffnung, meistens dazu bestimmt, eine wirbelnde Bewegung des umgebenden Wassers zu veranlassen und darin befindliche Nahrungsobjekte der Mundöffnung leicht zuzuführen, wie die Kopfkiemer und Bryozoen Beispiele hiefür liefern. Bei den Räderthieren bewirkt zu gleichem Zwecke das Räderorgan eine solche strudelnde Bewegung des Wassers.

Wenn nun auch äussere Mundtheile, welche denen der Arthropoden entsprechen, den Würmern im Allgemeinen abgehen, so entbehren dieselben doch darin nicht solcher Werkzeuge, mit deren Hülfe bei jenen die Nahrung ergriffen, festgehalten und zerkleinert, sowie die Vertheidigung gegen Feinde u. dgl. ermöglicht und die Aufnahme der Nahrung erleichtert wird. Denn Beschaffenheit der Nahrung und der Verhältnisse, unter welchen diese zu gewinnen ist u. s. w., sind hier nicht so abweichend von denen der Arthropoden, als dass Würmer ähnlicher Hülfsmittel, als jenen zu Gebote gestellt wurden, gänzlich entbehren könnten, wenn auch die Formen, unter denen sie auftreten, und der Ort ihrer Anlegung ein anderer geworden ist. So ist bei Würmern zum Ergreifen der Nahrungsmittel, oder wenn sie vom Raube leben müssen, zum Erfassen der Beute, statt äusserer Greiforgane, der muskulöse Schlundkopf aus dem Munde hervorstülpbar, was an analoge Einrichtungen bei Wirbelthieren erinnert, wo, wenn auch nicht die ganze Mundhöhle, so doch, wie beim Frosch, Chamaeleon etc., die Zunge zu gleichem Zwecke aus der Mundhöhle hervorgestülpt werden konnte. Bei andern ist im Schlundkopfe eine Hornbewaffnung angelegt, die, bald zangenartige Bildungen darstellend, zum Ergreifen, Festhalten und Zerkleinern der Nahrungsmittel verwendet wird (Fig. 89), oder stachelartig zum Verwunden dient und dann vorstreckbar ist.

Wo Würmer auf den Genuss flüssiger Nahrungsmittel angewiesen sind, wie die Blutegel auf das Blut der Warmblüter, da besitzen sie andere Saugwerkzeuge, als z. B. die Wanzen haben, die ja auch auf den Genuss des Blutes der Warmblüter verwiesen sind. Während diese besondere Stechapparate besitzen, mit deren Hülfe sie die Blutgefässe der Haut anstechen, um mit ihrem Saugrüssel das Blut sodann einzusaugen, haben die Blutegel einen Saugnapfähnlichen Mund, mit dem sie sich an eine Hautstelle festsaugen, dadurch die Haut in ihre Mundhöhle so hineinziehen, dass sie mit den gezähnelten Rändern dreier Hornplatten, welche hinter der Mundöffnung im Umkreise des Schlundes stehen, in Berührung kommt, durch welche sie dann so weit angenagt wird, bis Blutgefässe eröffnet sind und das dadurch zugänglich gemachte Blut in den Nahrungsschlauch eingesogen werden kann.

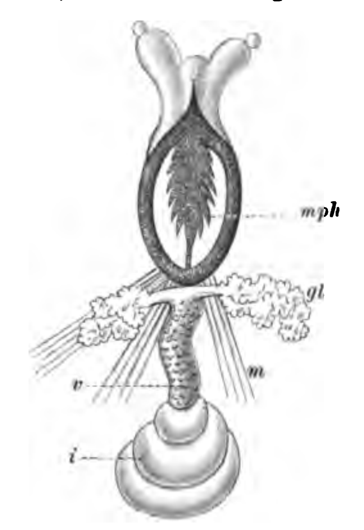



**Fig. 89.** Geöffneter Schlundkopf von *Lycoris nuntia* (nach R. Wagner). *mph* die im aufgeschnittenen Schlundkopf liegend. Schlundkiefer, *m* Muskeln, welche die vorgestreckten Schlundkiefer zurückziehen, *gl* Drüsen zum Anfeuchten d. Schlundkopfhöhle, *v* Magen (?) und dahinterfolgender, spiralig gewundener Darm (*i*).

b) **Mundwerkzeuge der Mollusken.**

Auch bei den Mollusken ist die Körperbedeckung nicht, wie bei den Arthropoden, zum äusseren Skelet erhärtet, vielmehr dieselbe, wie bei den Würmern, weich geblieben, daher sie ebensowenig, wie bei diesen dazu geeignet ist, harte äussere Mundtheile zu liefern, die zu Leistungen ähnlicher Art befähigten, als die der Arthropoden. Daher, wie bei den Würmern, solche äussere Mundtheile, die denen der Arthropoden vergleichbar wären, auch hier fehlen, und wo äussere Mundanhänge sich finden, dieselben nur weiche, tentakelförmige Bildungen sind, die allerdings, wie bei den Cephalopoden, Einrichtungen erhalten können, wodurch sie immerhin zu sehr kräftigen Greiforganen werden, obschon das Erfassen der zur Nahrung dienenden Objecte bei manchen Mollusken auch noch auf anderem Wege, nämlich durch das Hervorstülpen des Schlundes bewirkt werden kann. Solcher Vorrichtungen, die zum Erfassen äusserer Gegenstände besonders befähigen, bedürfen namentlich die vom Raube lebenden Mollusken. Daher bei den Cephalopoden die Mundöffnung mit den kräftigen, Saugnäpfe tragenden sog. Fangarmen tentakelartig umstellt ist, und bei Cephalophoren, besonders bei Kammkiemern, Heteropoden u. a. der Schlundkopf in Form eines Rüssels vorstülpbar ist. Wo beim Genusse fester, cohaerenter Nah-

rungsmittel noch andere mechanische Leistungen gefordert werden, entbehren die Mollusken ebensowenig, als die Würmer, geeigneter Werkzeuge dafür, obschon ihnen, wie diesen, harte äussere Skeletanhänge, die bei den Arthropoden so passend dafür verwendbar waren, abgehen. Wie bei den Würmern, sind dann auch hier hinter der Mundöffnung, im Schlundkopfe, hornige Bildungen angelegt, die bald zangenartig gegen einander wirken, wie die Schlundkiefer der Cephalopoden (Fig. 90), die, von der Form eines Papageischnabels, berechnet sind, zertheilend und zerkleinernd auf die Nahrungsmittel zu wirken; — bald halbmondförmige oder anders geformte Hornplatten, sog. Reibplatten — mit gezähneltem oder sonst geschärftem Rande, darstellen, die mehr zum Benagen der Nahrungsobjecte dienen, wie man dies bei vielen Cephalophoren, besonders bei Gasteropoden findet.

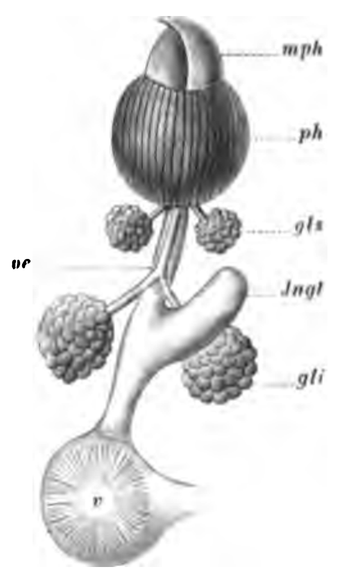



Fig. 90. Schlundkopf und Oesophagus von *Octopus vulgaris*. *ph* Pharinx. *mph* Schlundkiefer. *gls* Oberes Paar der Speicheldrüsen. *gli* Unteres Paar. *Jngl* Kropf. *v* Magen.

Um die in den Schlundkopf gebrachten Nahrungsmittel nicht so leicht wieder nach vorn entweichen zu lassen, sie vielmehr besser zurückzuhalten, finden wir, wie schon bei den Wirbelthieren, von der Anlegung horniger Stacheln, Haken oder Schüppchen, mit nach hinten gerichteten freien Enden, Gebrauch gemacht.

Bei vielen Cephalophoren, namentlich Gasteropoden findet sich auf dem Boden der Schlundkopfhöhle noch eine Art Zunge vor, die von verschiedener Länge, aber unbeweglich und gleichfalls mit hornigen Zähnchen, Häkchen oder schuppenförmigen Plättchen zu gleichem Zwecke besetzt ist.

Bei den Bivalven und Tunicaten fallen übrigens Bildungen, wie die oben geschilderten der Cephalopoden und Cephalophoren, ganz weg und findet man höchstens um den Mund weiche, bei den Bivalven meistens blattförmige Tentakeln stehend.

#### d. Mundorgane der Echinodermen.

Bei denen, die von mehr wurmförmiger Körpergestalt sind (Sipunculiden, Holothurien), ist die Körperbedeckung weich oder höchstens lederartig verdickt. Daher sie auch keine harte äussere Mundanhänge zum Ergreifen der Nahrungsmittel u. dgl. besitzen. Nur bei den Asterien und Echiniden, deren Körperbedeckung durch Einlagerung von Kalksalzen zu einem äusseren Skelet erhärtet ist, finden sich äussere harte Körperge-

bilde, welche zum Ergreifen der Nahrungsmittel und Zuführung derselben zur Mundöffnung benützt werden, obschon nach Form und Oertlichkeit sie von denen der Arthropoden sich meistens unterscheiden, daher auch mit ihnen nicht vergleichbar sind. Bei den Asterien ragen vom Hautskelet stachelartige Fortsätze, wie Zähne, in die Mundöffnung hervor, welche wohl auf eine mechanische Einwirkung auf die Nahrungsmittel berechnet sind. Bei den Echiniden findet sich aber ein wirklicher Kauapparat, auf das Zerkleinern der Nahrungsmittel berechnet, vor, der jedoch nicht dem Kauapparat der Arthropoden, sondern mehr den Schlundkiefern der Würmer und Mollusken vergleichbar ist.

Bei den Sipunculiden*) finden sich keine äussere Mundanhänge zum Erfassen der Nahrungsmittel, nur ein gefranzter Saum umgibt hier die Mundöffnung; wohl aber ist der Schlund rüsselartig vorstülpbar. Bei den Holothurien dagegen, bei welchen letzterer nicht ausstülpbar ist, findet sich der Mund mit einem Kranze von Tentakeln zu diesem Zwecke umstellt. Den Asterien und Echiniden gehen zwar beiderlei Hülfsmittel ab, aber dafür ist ihr Körper mit beweglichen Stacheln und kleinen zwei- bis dreitheiligen zangenartigen Bildungen — Pedicellarien — besetzt (Fig. 90a), an denen die im vorbeiströmenden Wasser befindlichen Nahrungsmittel hängen bleiben und der Mundöffnung zugeführt werden. Die letzteren sind indess nicht, wie die zangenartigen Mundorgane der höheren Wirbellosen, nur in der unmittelbaren Nähe des Mundes angelegt, sondern über die ganze Körperoberfläche mehr oder weniger verbreitet und um die Basen der Stacheln meistens gestellt. Nur bei den Echiniden sind sie auf der den Mund umgebenden Umgegend reichlich angebracht.

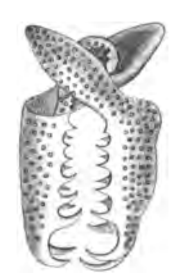


**Fig. 90a.** Eine Pedicellarie einer Asterie (*Asteracanthion stellionura*), deren beide Zangenarme mit zahlreichen und starken Zähnen zum leichteren Festhalten der Nahrungsmittel besetzt sind. (Nach Perrier).

Die Kauwerkzeuge der Echiniden stellen einen mehr oder weniger zusammengesetzten Apparat, die sog. Laterne des Aristoteles, dar. Derselbe ist ein aus zahlreichen (bis zu 40) Gliedern zusammengesetztes zierliches Gerüst, dessen Grundlage von fünf zahntragenden pyramidalen Hauptstücken gebildet wird, welche am oberen Basal- oder dorsalen Ende durch Zwischen- oder Schaltstücke, die selbst wieder bogenförmige Bügelstücke tragen, unter einander verbunden sind; an dem sich zuspitzenden unteren oder ventralen Ende aber mit je einem

*) Wenn ich die Sipunculiden vorläufig hier noch, wie dies früher im Allgemeinen geschah, in der Classe der Echinodermen belasse, so will ich damit keineswegs das Gewicht der Gründe verkennen, welche die meisten Zoologen jetzt bestimmen, sie in die Classe der Würmer, wo sie die Ordnung der Gephyreen bilden, einzuweisen.

kleinen, weissen Schmelzzahn besetzt sind. Diese 5 Zähne brechen durch die Wand des Schlundkopfes derart hindurch, dass ihre freien Enden, gegen einander gerichtet, dicht hinter der Mundöffnung sichtbar sind. Da die sie tragenden Pyramidenstücke durch Muskeln in ihrer Stellung verändert werden können, das Gleiche auch für die Zähne gilt, die gegen einander bewegbar sind, so kann durch diese eine sehr kräftige zerkleinernde Einwirkung auf die in den Mund gelangten festen Nahrungsmittel ausgeübt werden.

### e. Mundtheile der Coelenteraten.

Bei den Scheibenquallen ist der in der Mitte ihrer untern Fläche liegende Mund mit Tentakeln und Fangarmen umgeben, deren Form und Zahl sehr wechselnd ist. Auch am Scheibenrande tragen sie noch zahlreiche tentakelförmige Bildungen, die sog. Senk- oder Fühlfäden oder Randtentakeln. Bei den anderen Quallen finden sich verwandte Bildungen. Ebenso wird auch bei den Polypen der Mund meistens von Tentakeln umstellt.

### f. Mundorgane der Protozoen.

Bei den Infusorien kommt da und dort eine Art Mundbewaffnung vor, so z. B. bei Chilodon u. a., oder der Mund ist mit einem Kranz von Wimpern umstellt, welche die Rolle von Tentakeln übernehmen.

### g. Secretionsorgane, sog. Speicheldrüsen.

Am Eingangstheil des Nahrungsschlauches der Wirbellosen finden sich solche entweder zu dem Behufe vor, um mit dem Secrete trockene Nahrungsmittel anzufeuchten und ihr Verschlingen zu erleichtern, — oder um die Ausstülpung des Schlundkopfes und die Bewegung der Schlundkiefer zu erleichtern oder endlich um dasselbe in, an anderen Thieren angebrachte, Wunden zu ergiessen, um dadurch theils zu tödten, wenn solche Thiere, die die Wunde erhielten, zur Nahrung dienen sollen (Arachniden, Myriapoden), theils, wenn in Hautwunden von Warmblütern ergossen, einen blutbeiführenden Reiz zu veranlassen (saugende Insekten).

Drüsen dieser Art haben alle kauenden und saugenden Insekten; oft sind zwei Paare vorhanden.

Bei den Spinnen ist nur die Giftdrüse vorhanden, deren Ausführungsgang den Klauenkiefer durchbohrt. Dagegen haben die Scorpioniden stark entwickelte, die Speiseröhre umlagernde Speicheldrüsen, während ihre Giftdrüse in dem, den Verwundungsstachel tragenden Endgliede des Schwanzes enthalten ist.

Da die Crustaceen ihre Nahrung im Wasser genügend durchfeuchtet aufnehmen, auch weder Schlundkiefer noch vorstülpbaren Schlund besitzen,

haben sie keine Speicheldrüsen. Nur die Myriapoden haben stark entwickelte, ein scharf ätzendes Secret liefernde Drüsen.

Unter den Würmern haben nur die, welche mit einer hornigen Schlundkopfbewaffnung ausgerüstet sind, Speicheldrüsen in der Umgebung des Schlundes (Fig. 89).

Von den Mollusken haben die Cephalopoden und Cephalophoren allein Speicheldrüsen, weil nur bei ihnen theils Schlundbewaffnung theils vorstülpbarer Schlund vorkommt. Bei den ersteren finden sich meistens 2 Paar vor, welche in den Schlundkopf ihr Secret ergiessen (Fig. 90). Bei den meisten Cephalophoren, besonders den Gastropoden, wenn sie hornige Kieferbildungen oder vorstülpbaren Schlund haben, finden sich ebenfalls Speicheldrüsen, in der Regel ein Paar, vor, die den Oesophagus umlagern und mit ihren Ausführungsgängen in den Schlund münden. Dagegen entbehren die Lamellibranchiaten und Tunicaten, da sie weder hornige Kieferbewaffnung noch ausstülpbaren Schlundkopf haben, der Speicheldrüsen um so mehr, als sie ihre Nahrung auch aus dem Wasser genügend durchfeuchtet empfangen.

Bei den übrigen noch niederen Wirbellosen, wie bei den Echinodermen, Coelenteraten und Protozeen sind keine als Speicheldrüsen zu deutende Bildungen mehr wahrzunehmen.

#### h. Die Kropfbildungen am Eingangstheil des Nahrungsschlauches.

Die Kropfbildungen, die den analogen Bildungen der Vögel und Backentaschen der Säugethiere entsprechen, findet man besonders bei kauenden (Raubkäfern [Fig. 91], Orthopteren [Fig. 26]) und saugenden Insekten (Hymenopteren, Lepidopteren) und unter den Mollusken bei Cephalopoden und manchen Cephalophoren vor. Da die Ansammlung von Nahrungsmitteln etwaigem späteren Mangel vorbeugen soll, so fehlt er besonders bei den Thieren, welche die erforderliche Nahrung leicht beizuschaffen im Stande sind (Lamellicornien, Hemipteren), oder bei welchen der Stoffwechsel träger von Statten geht und geringerer Fluctuation unterworfen ist.

### 2. Pars digestoria und egestoria.
(Magen, Dünndarm, Dickdarm und After.)

Bei denjenigen Wirbellosen, bei welchen, wie z. B. bei den Asterien unter den Echinodermen, der Verdauungsapparat keine Schlauchform hat, sondern hinter dem Munde sofort ein Verdauungssack (gewöhnlich Magen genannt) folgt, aus welchem entweder an der dem Munde gegenüberstehenden Seite ein After nach aussen führt, oder dieser selbst mangelt und die unverdaut gebliebenen Speisereste durch den Mund wieder ausgespieen werden, — ist die Unterscheidung einer Pars digestoria und egestoria nicht möglich. Denn der Verdauungssack schliesst hier sowohl

die Verdauungsstätte (Magen und Dünndarm), als auch denjenigen Endbezirk in sich, in welchem die unverdauten Ueberreste der Nahrungsmittel sich ansammeln, um durch den After nach aussen entlassen zu werden (Dickdarm). Dasselbe gilt auch für die Coelenteraten und Protozoen, bei denen der Verdauungsapparat sogar seine eigene Wandung theilweise oder ganz einbüsst und von der Leibeshöhle mehr oder weniger vertreten wird. Aber selbst bei vielen solcher Wirbellosen, bei welchen der Verdauungsapparat eine Schlauchform hat, kommt es, wie es auch bei Wirbelthieren schon der Fall gewesen, häufig vor, dass an dem Nahrungsschlauche die Stätte, wo verdaut wird, von derjenigen, in welcher das Unverdauliche zur Entleerung nach aussen sich ansammelt, äusserlich sich nicht unterscheiden lässt. Vom Eingangstheil an bis zum After stellt derselbe dann ein gleichförmiges und gleich weites, häutiges Rohr ohne irgend welche Abgrenzungen dar, das gestreckt oder in mehr oder weniger Windungen gelegt, durch den Körper zieht, wie dies bei niederen Formen von Crustaceen, den meisten Würmern, den Sipunculiden, Holothurien und Echiniden der Fall ist.

Dagegen lässt sich sehr wohl eine Pars digestoria und egestoria, wie bei den Wirbelthieren, bei den meisten höheren Formen der Wirbellosen, so namentlich bei den meisten Arthropoden, vielen Würmern und sämmtlichen Mollusken, also bei solchen namentlich unterscheiden, bei welchen ein noch verhältnissmässig lebhafter Stoffwechsel und grosses Nahrungsbedürfniss besteht.

### a. Pars digestoria und egestoria der Arthropoden.

Bei den Insekten folgt auf die Speiseröhre ganz allgemein eine scharf sich abgrenzende Magenerweiterung, aus der sodann ein engerer Darm hervorgeht, der in seinem Verlaufe nach dem After oft eine oder mehrere Erweiterungen, namentlich aber kurz vor dem After beständig eine kurze Erweiterung bildet. Der Magen ist jedenfalls die Hauptstätte für die Verdauung. Wie weit nun aber der nachfolgende Darm auch noch dazu gehört, also dem Dünndarm der Wirbelthiere entspreche, oder aber die Pars egestoria bilde, lässt sich nicht mit Sicherheit feststellen, da Abgrenzungen, wie sie der Blinddarm und die Valvula coli bei den Wirbelthieren bewirkten, hier allgemein fehlen. Nur die Einsenkungsstelle der sog. Malpighi'schen Gefässe gibt vielleicht ein Kriterium für die Bestimmung der Grenze zwischen Pars digestoria und egestoria ab, da dieselben den Nieren der Wirbelthiere entsprechende Excretionsorgane sind und angenommen werden darf, dass der hinter der Einsenkungsstelle dieser Kanäle liegende Theil des Darms wohl nicht mehr der Verdauung dienen wird, nachdem er eine dem Harne analoge Ausscheidung in sich aufgenommen hat, sonach, dem Dickdarme der Wirbelthiere entsprechend,

als Pars egestoria aufzufassen sein wird, während der vor der Einsenkung der Malpighi'schen Gefässe etwa befindliche Theil des Darmes immerhin der Verdauung noch dienen und sonach dem Dünndarme der Wirbelthiere verglichen werden kann.

Von diesem Gesichtspunkte aus betrachtet, würde die Pars digestoria der Insekten bald nur aus dem Magen bestehen, bald dazu noch ein kürzeres oder längeres Darmstück, den Dünndarm darstellend, gehören. Ersteres ist der Fall bei den carnivoren kauenden Insekten, wie namentlich bei den Raubkäfern (Fig. 91), Neuropteren, z. B. Myrmeleo, Ephemera (Fig. 92) u. a., dann unter den saugenden In-

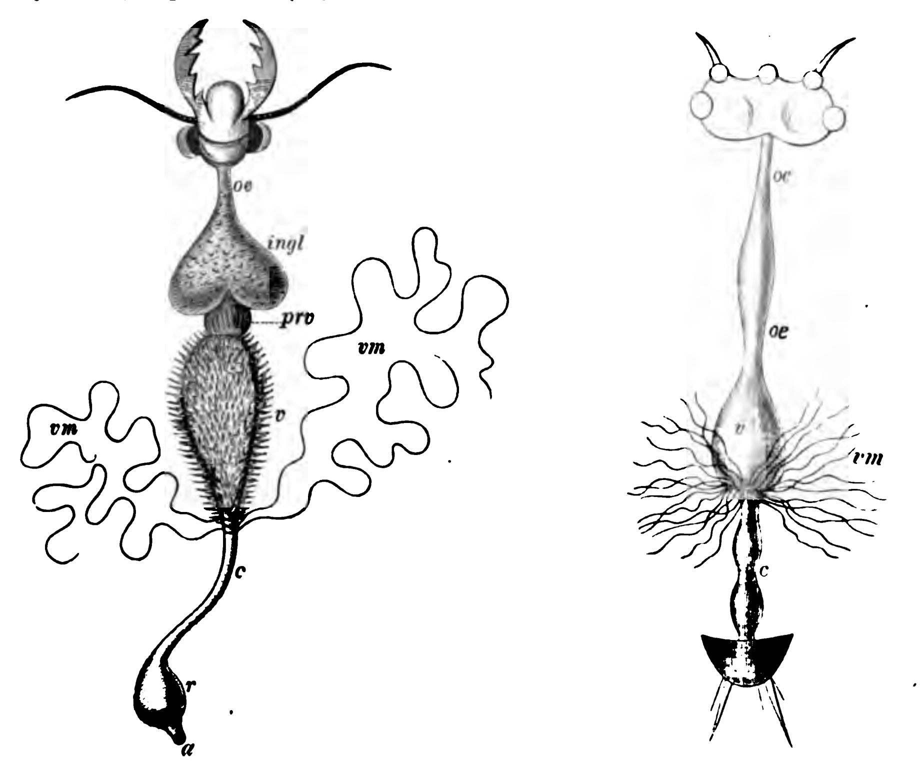



**Fig. 91.** Verdauungsapparat von *Cicindela campestris*. *oe* Oesophagus, *ingl* Kropf, *prv* Muskel- oder Kaumagen (*Proventriculus*). *v* Eigentlicher Verdauungsmagen, Chylusmagen, *vm* Vasa Malpighii, *c* Colon, *r* Rectum, *a* Anus (nach R. Grant).

**Fig. 92.** Verdauungsapparat von *Ephemera diptera* (nach Léon Dufour), Bezeichnung wie in Fig. 91.

sekten bei den Hymenopteren (Apis, Formica u. a.) und bei Lepidopteren, z. B. Sphinx atropos, Pontia brassica (Fig. 93) u. a., welche sämmtlich sehr leicht verdauliche animalische Kost oder leicht verdauliche Pflanzensäfte u. dgl. geniessen. Der Magen ist auch hier meistens eine mehr sackartige Erweiterung. Nur bei manchen saugenden Insekten, welche von weichen Pflanzentheilen und von Pflanzensäften leben, wie z. B.

Apis u. a., finden wir einen mehr in die Länge ausgezogenen schlauchförmigen Magen (Fig. 94). Bei vielen der kauenden Insekten kommt vor dem eigentlichen Verdauungsmagen, Chylusmagen genannt, auch noch eine Art

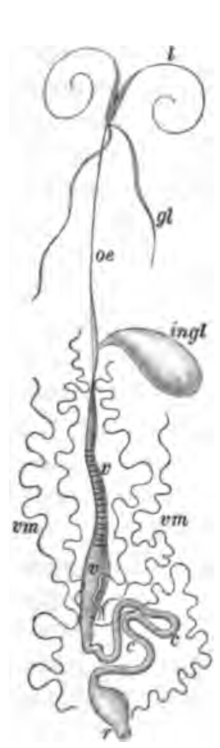



Fig. 93. Verdauungsapparat von *Pontia brassica* (nach Newport). *l* Die auseinander liegende Hälfte der Spiralzunge, *gl* Speicheldrüsen. Die übrige Bezeichnung wie Fig. 91.

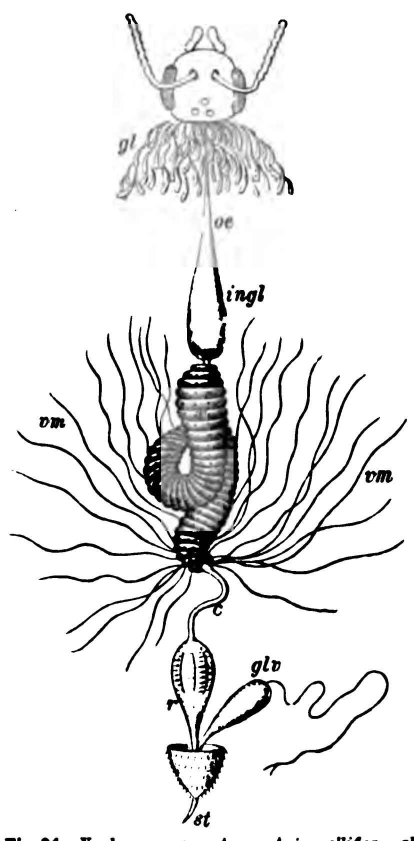



Fig. 94. Verdauungsapparat von *Apis mellifica*. *gl* Speicheldrüsen, *glv* Giftapparat mit dem Giftstachel (*st*). Die übrige Bezeichnung wie Fig. 91. (N. Leon Dufour).

Kaumagen oder Muskelmagen *(Proventriculus)* (Fig. 91) vor, welcher an seiner Innenfläche mit allerlei hornigen Vorsprüngen, wie Leisten, Borsten, Haaren besetzt ist, und, an ähnliche Einrichtungen der Wirbelthiere erinnernd, offenbar auch darauf berechnet ist, eine nochmalige mechanische Zerkleinerung der Nahrungsmittel zu bewirken. Daher er, namentlich bei den, von einer festen, geformten Nahrung lebenden Arten, wie bei den Lauf- und Wasserkäfern, Heuschrecken, Ameisen, Rüsselkäfern, Lamellicornien u. a. vorkommt.

Aus dem Magen und einem mehr oder weniger langen Darmabschnitte — Dünndarm — besteht dagegen die Pars digestoria bei den kauenden herbivoren Insekten, wie unter den Käfern bei den Lamellicornien

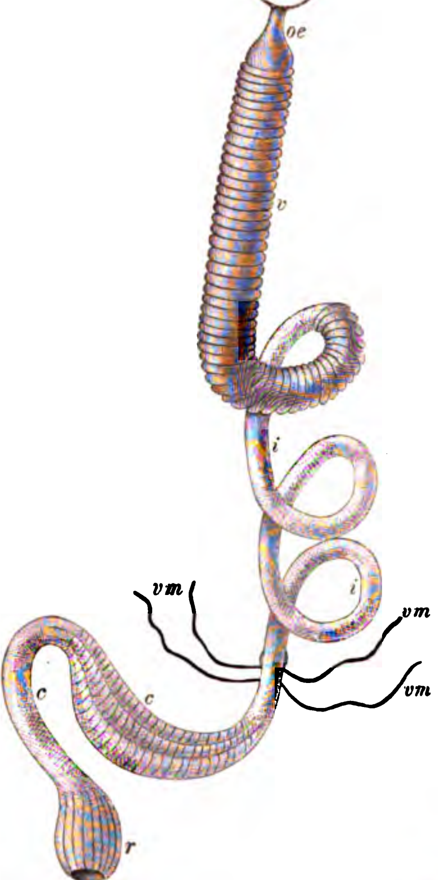



**Fig. 95.** Verdauungsapparat v. *Melolontha vulgaris*. *vm* Vasa Malpighii, nahe bei ihrer Einsenkung in den Darm abgeschnitten, *oe* Oesophagus, *v* Magen, *i* Dünndarm, *c* Colon, *r* Rectum.

(Fig. 95) u. a., unter den Orthopteren bei den Heuschrecken, bei Grillotalpa (Fig. 96) u. a., und bei vielen saugenden Insekten, besonders Dipteren und Hemipteren, (Fig. 97), namentlich wenn diese von pflanzlichen Säften leben. Ob dieses Darmstück an der Verdauung noch sehr wesentlich Theil nimmt, lässt sich allerdings nicht bestimmen, ist aber nicht unwahrscheinlich, wenn man seine sehr verschiedene Entwicklung in die Länge mit der Verdaulichkeit der Nahrungsmittel vergleicht.

Drüsen, welche bei den Wirbelthieren der Pars digestoria in Gestalt der Leber und Bauchspeicheldrüse beigegeben waren, fehlen den Insekten vollständig. Die zottenartigen Anhänge (Fig. 91) am Chylusmagen vieler Insekten, besonders der Raubkäfer, hat man schon als gallenbereitende Organe angessprochen. Allein ganz gewiss mit Unrecht, da sie ohne Zweifel nur Magensaft liefernde Drüsen sind. Denn die Einfuhr von Galle in den Magen würde hier eine sehr auffallende Ausnahme von der bei den Wirbelthieren be-

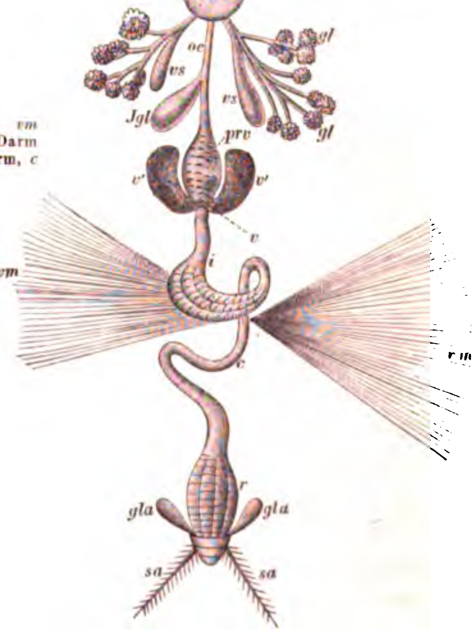



Fig. 96.

Bezeichnung von **Fig. 96.** Verdauungsapparat von *Gryllotalpa vulgaris*. *gl* Speicheldrüsen, *vs* Speichelblase, *Jgl* Kropf, *oe* Oesophagus, *prv* Kaumagen, *v* Verdauungsmagen mit blindsackförmigen Anhängen, *i* Dünndarm, *vM* Vasa Malpighii, *c* Colon, *r* Mastdarm, *gla* Analdrüsen, *sa* Analborsten (n. Léon Dufour).

obachteten Regel machen, wo die Natur sehr sorgfältig die Vermischung der Galle mit dem Magensaft vermieden hat und stets hinter dem Magen sie in den Dünndarm einführte.

Die Pars egestoria des Nahrungsschlauches der Insekten — Dickdarm — Mastdarm — zeigt sich, nach den oben gemachten Feststellungen, als in voller Uebereinstimmung stehend mit dem bei Wirbelthieren Wahrgenommenen. Namentlich sehen wir auch hier sie um so mehr in die Länge entwickelt, und stellenweise sich sehr erweiternd, je mehr schwere oder unverdauliche Bestandtheile die genossenen Nahrungsmittel enthalten, und umgekehrt ist sie um so kürzer, je leichter und vollständiger alles Genossene verdaut werden kann. Daher bei Insekten, welche ihre Nahrung aus dem Pflanzenreich nehmen, die Pars egestoria einen mehr oder weniger langen und dann auch mehrfach gewundenen Schlauch darstellt (Fig. 95, 96), während bei carnivoren Insekten und solchen, die von thierischen oder leicht verdaulichen Pflanzensäften u. dgl. leben, dieselbe sehr kurz zu sein pflegt (Fig. 91—94). Kurz vor der Ausmündung am After bildet der Darm bei allen Insekten eine bemerkliche Erweiterung, welche man als Mastdarm *(Intestinum rectum)* unterscheidet. Bei manchen Insecten, z. B. den Wanzen (Fig. 97), besteht die ganze Pars egestoria nur aus diesem und enthält die Ueberreste des verzehrten Blutes. Findet sich aber, wie meistens, davor noch ein mehr oder weniger langes Stück Darm (Fig. 91—97), so belegt man dieses mit dem Namen Colon, weil es dem Grimmdarme der Wirbelthiere entsprechen würde.

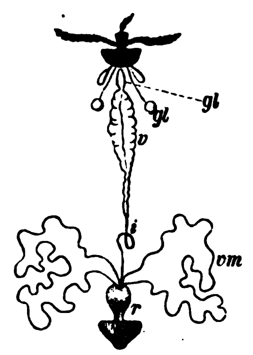


Fig. 97. Verdauungsapparat von *Cimex lectularius* (nach R. E. Grant). *gl* Speichel- und Giftdrüsen, *v* Magen, *i* Dünndarm, *vM* Vasa Malpighii, *r* Rectum.

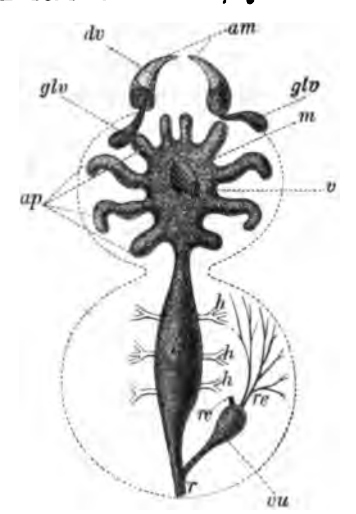


Fig. 98. Verdauungsapparat der Kreuzspinne (*Aranea diadema*) (n. Brandt und Ratzeburg). *am* Klauenkiefer, vom Ausführungsgang (*dv*) der Giftdrüse (*glv*) durchbohrt, *v* Magen, *m* Muskel, welcher vom Rückenschilde kommend zu dem Mundtheil hinabsteigend denselben durchbohrt. *ap* Blinddarmförmige Anhänge des Magens, *i* Dünndarm (sog. zweiter Magen), die Gallengänge (*h*) aufnehmend, *r* Rectum. *vu* Birnförmige Blase, welche die auf einer Seite abgeschnittenen Harngefässe (*re*) — Malpighische Gefässe — aufnimmt.

Bei den Arachniden zeigt der Verdauungs- und Endabschnitt des Verdauungsapparates auch viele Verschiedenheiten und recht auffallende Eigenthümlichkeiten. Die Scorpioniden und Taranteln haben keine

Magenerweiterung, die Pars digestoria und egestoria bilden ein einförmiges, gleich weites, gerade laufendes Darmrohr, das bei den Scorpionen erst nahe vor dem hintern Ende vier Malpighi'sche Gefässe aufnimmt, die allein eine Scheidung des verdauenden Theils des Darmes von der Pars egestoria andeuten.

Die übrigen Arachniden, besonders Spinnen und Pycnogoniden haben einen deutlich abgegrenzten sackartigen Magen, der im Cephalothorax liegend, von unten die sehr enge Speiseröhre aufnimmt und ansehnliche blinddarmförmige Anhänge strahlig entsendet (Fig. 98). Bei den Pycnogoniden gehen diese langen Blinddärme bis in das untere Ende der Beine und ins Innere der Taster und Kiefer ein (Fig. 99). Bei den Ara-

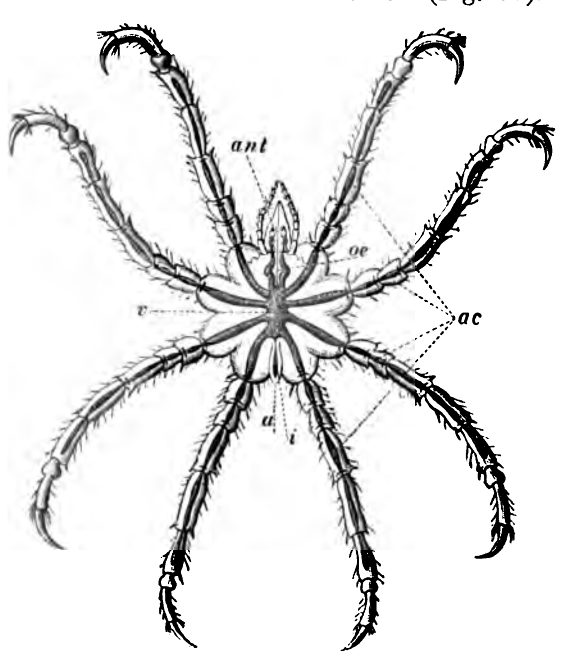



**Fig. 99.** Verdauungsapparat von *Amothea pycnogonoides* (nach Milne Edwards in Cuvier's Règne animal). *ant* Fühlerkiefer, blinddarmförmige Fortsätze des Magens enthaltend, *oe* Oesophagus, *v* Magen. *ac* Blinddarmförmige Fortsätze desselben, welche in die Füsse bis an die vorletzten Glieder derselben hinabsteigen.

neen sind diese Blindsäcke kürzer, indem sie nur bis an die Basis der Füsse reichen (Fig. 98). Ihr Magen zeichnet sich aber dadurch noch aus, dass derselbe gleichsam in der Mitte von einer Lücke durchbrochen ist, also eigentlich eine Ringform hat und durch ihn ein vom Rückenschilde kommender Muskel nach den Mundtheilen hinabsteigt. Aus ihm geht ein enger Darm nach hinten in das Abdomen hervor, der oft in lezterem eine schwache Erweiterung bildet (sog. zweiter Magen) und in gerader Richtung dasselbe bis zum After durchzieht. Nahe vor dem letzteren er-

hält er oft noch einmal eine kurze Erweiterung, die den sog. Mastdarm (*Rectum*) darstellt. Unmittelbar vor dieser nimmt er die Harngefässe (Malpighi'sche Gefässe), oder, wie bei der Hausspinne, statt diesen, den Ausführungsgang einer häutigen, birnförmigen Blase (Harnblase) auf, welche die Harngefässe sich eröffneten (Fig. 98 *vu*).

Dieser im Abdomen liegende schlauchförmige Abschnitt des Verdauungsapparates der Araneen entspricht entschieden dem Dünndarme der Wirbelthiere bis zur Einmündung der Harnorgane und bildet sonach den zweiten Abschnitt der Pars digestoria. Damit steht auch ganz im Einklange, dass die Ausführungsgänge der, bei den Arachniden im Allgemeinen sehr entwickelten Leber, sog. Fettkörpers, in ihn sich einsenken (Fig. 98 *h*).

Pars egestoria ist bei den Spinnen der kurze, bisweilen erweiterte Abschnitt des Darmrohres, welcher hinter der Einmündung der Harngefässe liegt (Fig. 98 *r*).



Fig. 100. Verdauungsapparat von *Astacus fluviatilis*. *oe* Oesophagus, *v* Magen, *bl* Taschen, welche die Krebssteine enthalten, *p* Pförtner, *h* Leber, *h'* Ausführungsgang, *i* Darm, *a* Anus.

Bei den niederen Formen der Crustaceen (Parasiten, Phylopoden, Copepoden) und den Myriapoden fehlt in der Regel eine Magenerweiterung. Desshalb lässt sich auch äusserlich der die Verdauungsstätte bergende Theil weder von dem Oesophagus, noch von der Pars egestoria unterscheiden. Bei den höheren Formen dagegen, besonders den Decapoden (Fig. 100), folgt auf den engen Oesophagus ein ansehnlich weiter sackartiger Magen, dessen Innenfläche ansehnliche hornige Epithelialbildungen, Borsten, Leisten, Zähne u. dgl. trägt. Besonders zeichnet sich der Pförtnerbezirk des Magens der Krebse durch ein eigenthümliches Gerüst aus, das von zahnähnlichen hornigen Bildungen dargestellt und von aussen her durch Muskeln in der Art bewegt wird, dass man anzunehmen geneigt sein muss, es sei berechnet, eine nachträgliche mechanische Einwirkung auf die Nahrungsmittel noch auszuüben.

Aus dem Magen geht nach hinten der enge, gleich weite Darm hervor, welcher gerade durch den Schwanz läuft zu dem unter letzterem liegenden After. Was daran noch der Pars digestoria angehöre, und was Pars egestoria sei, ist hier festzustellen um so weniger möglich, als der Anhalt, den die in den Darm einführenden Harngefässe bei Insekten und Arachniden abgaben, hier wegfällt, da bei den Crustaceen solche Harn-

organe sich nicht nachweisen lassen. Der hinter dem Pylorus zunächst liegende Theil des Darms muss wohl noch zur Verdauungsstätte gehören, da in ihn die Ausführungsgänge der, bei den Decapoden sehr ansehnlichen, zweilappigen Leber (Fig. 100 *h*) einführen. Ja auch der durch den Schwanz ziehende Theil des Darmes mag grösstentheils noch als Dünndarm aufzufassen sein, da wenigstens bei den Stomotopoden, z. B. bei Squilla, der Darm in dem grösseren Theile seiner Länge beiderseits, in regelmässigen Abständen, mit verzweigten oder varicösen Leberdrüsen besetzt ist.

#### b. Pars digestoria und egestoria der Würmer.

Ihre Nahrung nehmen die Würmer aus dem Thierreich auf; wenige sind omnivor. Doch selten haben sie eine räuberische Lebensweise, da sie zu schwach sind, sich grösserer Geschöpfe zu bemächtigen. Meistens leben sie von noch kleineren Thieren oder leben als Parasiten von Blut und anderen thierischen Säften. In Ermangelung all dessen nehmen sie auch Schlamm und Erde in sich auf, um wenigstens die darin befindlichen organischen Stoffe zu gewinnen. In Folge dieser Verhältnisse und der gleichförmigen Lebensweise und da unter ihnen keine eigentlichen Luftthiere sind, daher sie auch einem so grossen Wechsel äusserer Verhältnisse nicht, wie diese, unterworfen sind, sind die Einrichtungen ihres Verdauungsapparates, besonders des verdauenden Abschnittes, sehr viel einfacher, als bei den Arthropoden. Indess ergeben sich ungeachtet dieser Einfachheit bei manchen Abtheilungen dieser formenreichen Thierklasse doch auffallende Einrichtungen.

Wenn man von einzelnen Parasiten, wie den Band- und Hakenwürmern, denen besondere Chymificationsorgane ganz abgehen, da sie ihre Nahrung von ihrem sie beherbergenden Wirthe bereits in einem Zustande aufnehmen, in welchem sie keiner besonderen Zubereitung und Veränderung mehr bedarf und dieselbe auf endosmotischem Wege in ihren Körper aufnehmen, absehen, — so folgt bei den meisten Würmern auf den Pharynx ein langer Darm — Chylusdarm — für die Verdauung und Aufsaugung, wie auch für die Ausfuhr der unverdauten Ueberreste. Nur selten lässt sich ein gesonderter Magen unterscheiden. Der Chylusdarm läuft bei Würmern mit langgestrecktem Körper meistens ganz gerade vom Munde zum After. Wo der letztere vom hinteren Leibesende weiter nach vorn verlegt ist (Fig. 101), wie bei den Bryozoen, weil der hintere Theil des Körpers in einem schützenden Gehäuse steckt, beschreibt der Darm eine Schlinge, die nach hinten in einen Blindsack ausgezogen zu sein pflegt. Bei Würmern von kurzer gedrungener Körperform wird die verdauende und aufsaugende Fläche dadurch vergrössert, dass entweder der Darm in die Länge sich zieht und in Windungen sich legt

(Capitibranchiaten) oder seitliche blinddarmförmige Aussackungen bildet. Diese Aussackungen sind entweder kurz und weit, wie bei manchen Rückenkiemern, wo der Darm ein mehr voricöses, rosenkranzförmiges Aussehen hat, oder sie sind länger und noch weit (Fig. 102), wie beim Blutegel u. a., oder sie sind lang, eng und verästelt wie bei Aphrodite (Fig. 103), Clepsine, Nemertis u. a. Diese letzte Form hat wohl die Bestimmung, die Nahrungsmittel zu nöthigen, so lange darin zu verweilen, bis alles Verdauliche verdaut ist. Monate lang findet man noch in den Blinddärmen des Blutegels Ueberreste des eingesogenen Blutes. Die Menge der unverdaulichen Ueberreste ist stets sehr gering. Animalische Substanzen, besonders thierische Säfte, pflegen nicht viel unverdauliche Bestandtheile zu enthalten. Daher lässt es sich auch begreifen, dass manche Würmer, wie die Trematoden, Planarien und Turbellarien, gar keinen After haben und die unverdauten Speisereste durch den Mund wieder entleeren. Der Darm ist hier entweder ein, hinter dem Munde und Schlunde folgender einfacher Blindsack (Turbellarien) (Fig. 104), oder er spaltet sich hinter dem Pharynx in zwei Schenkel (Trematoden) oder in drei und mehr gefässartig verästelte Schenkel, wie bei den Planarien

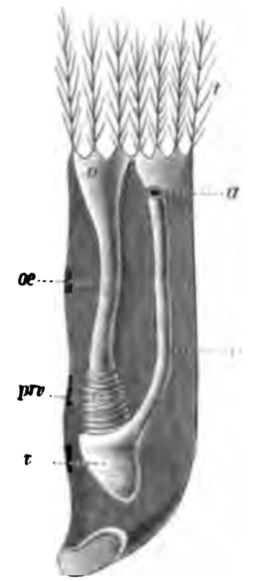



Fig. 101. Verdauungsapparat v. *Bowerbankia*. *t* Mundtentakeln, *o* Mund, *oe* Oesophagus, *prv* Muskelmagen, *v* Hauptmagen, nach unten einen Blindsack bildend, *i* Darm, *a* Anus.

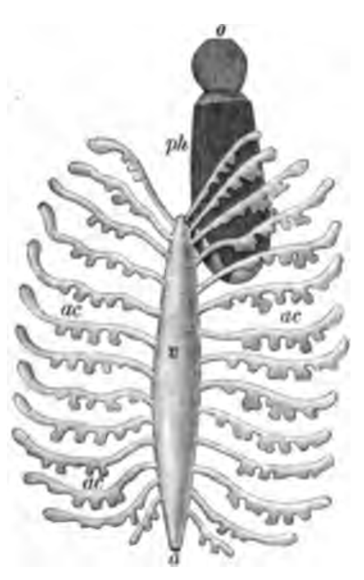
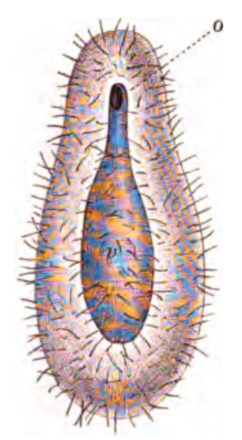



Fig. 103. Verdauungsapparat von *Aphrodite aculeata*. *o* Mund. *ph* Musculöser Schlundkopf, *v* Magen. *ac* Blinddarmförmige verästelte Anhänge, *a* Anus.




Fig. 102. Verdauungsapparat vom Blutegel (*Sanguisuga medicinalis*) (nach Brandt und Ratzeburg). *oe* Oesophagus, *v* Magen. *v'* Blinddarmförmige Anhänge desselben, *r* Rectum, *a* Anus.

(Fig. 105). Dass hier von Unterscheidung einer **Pars egestoria** keine Rede sein kann, ist selbstverständlich. Aber auch bei den übrigen, einen After besitzenden Würmern ist in der Regel die Unterscheidung derselben, der Pars digestoria gegenüber, nicht möglich, da äussere Abgrenzungen zwischen beiden meistens mangeln. Nur bei dem Blutegel kann man sicher den zwischen den beiden letzten Blinddärmen liegenden hintersten Theil des Darmrohres bis zu dem sehr engen After als eine Art Mastdarm ansprechen.



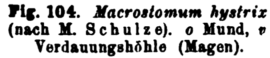



**Fig. 104.** *Macrostomum hystrix* (nach M. Schulze). *o* Mund, *v* Verdauungshöhle (Magen).

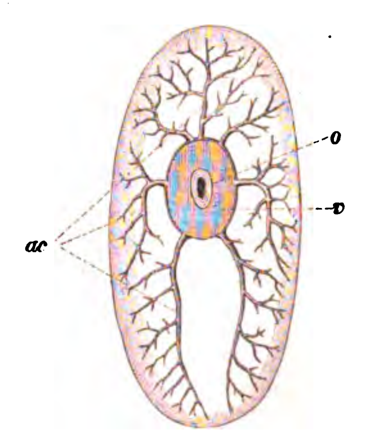



**Fig. 105.** Verdauungsapparat einer *Planarie*. *o* Mund, *v* Magen. *ac* Verästelte Anhänge desselben.

Besondere drüsige Organe, welche der Leber entsprächen, sind bei Würmern nicht nachgewiesen. Ob Zellenschichten und folliculäre Bildungen in der Darmwandung mancher Würmer als Vertreter der Leber zu betrachten sind, ist bis jetzt nicht mit Sicherheit zu entscheiden.

### c. Pars digestoria und egestoria der Mollusken.

Bei den Cephalopoden grenzt sich die Pars digestoria sehr scharf von der vorausgehenden Speiseröhre ab und ist der verdauende Theil sehr auffällig entwickelt. Er besteht aus einem ansehnlichen, ovalen oder rundlichen, sehr muskulösen Magen (Fig. 106), der bei manchen (Loligopsis Nautilus) an beiden Seiten eine Sehnenscheibe mit strahlig davon ausgehenden Muskelfasern trägt, wodurch er um so mehr an den Muskelmagen der Vögel und den Krokodilmagen erinnert, als auch seine Innenfläche, wie dort, eine rauhe, lederartige, hornähnliche Cuticularbekleidung trägt, mit Hülfe welcher wohl eine mechanische Wirkung auf die Nahrungsmittel ausgeübt werden soll. An den Magen schliesst sich ein kurzes, schlauchförmiges, verschieden weites, dünnhäutiges Schlauchstück, mit spiralig gewundenem, blinddarmförmigen Anhange (Fig. 106*asp*) (sog. zweiter oder Spiral-

magen) an, in welches der gemeinsame Gallengang (h′) einmündet. Seine Schleimhaut ist in zahlreiche Querfalten gelegt. Bei Nautilus hat der blind-

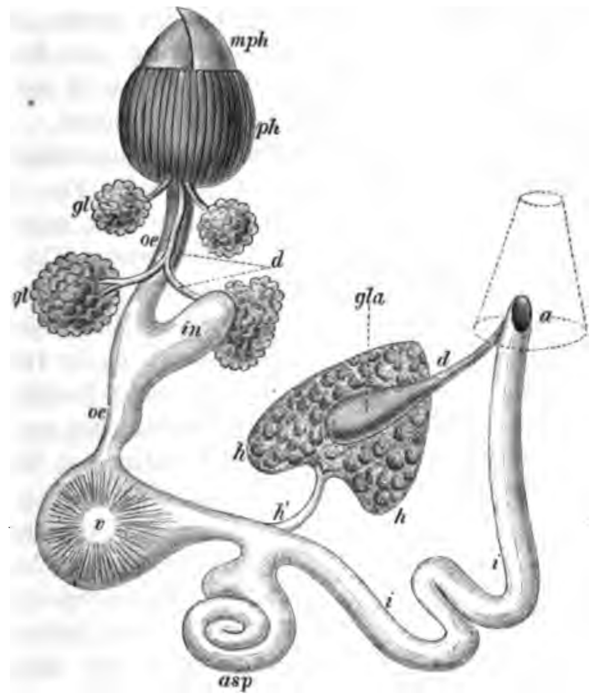



**Fig. 106.** Verdauungsapparat von *Octopus vulgaris*. *mph* Schlundkiefer von der Form eines Papageischnabels. *ph* Muskulöser Schlundkopf, *gl* Speicheldrüsen, ein vorderes Paar kleiner Drüsen, die in den Schlundkopf einmünden, und ein hinteres Paar grösserer, deren Ausführungsgänge von beiden Seiten sich vereinigen zu einem gemeinsamen Gang (*d*), der längs der Speiseröhre nach vorn zieht, um gleichfalls in den Schlundkopf einzuführen, *in* Kropf, *v* Magen, *asp* sog. Spiralmagen, *h* Leber, h′ Ausführungsgang derselben, *gla* Tintenblase, deren Ausführungsgang (*d*) in das Ende des Darms vor dem After sich eröffnet, *i* Darm, *a* After, in der Basis des Trichters liegend.

darmförmige Anhang die Form eines auf dem Schlauchstück aufsitzenden Sackes. Da der Zutritt zu diesem Anhange durch Faltenbildungen erschwert und seine Wandung drüsenreich ist, kann man ihm wohl nur eine secretorische Rolle beilegen. Nur da, wo er, wie bei Loligopsis (Fig. 107 *asp*) eine Erweiterung des Darmrohres blos darstellt, mag dieser Abschnitt auch Magenfunction haben.

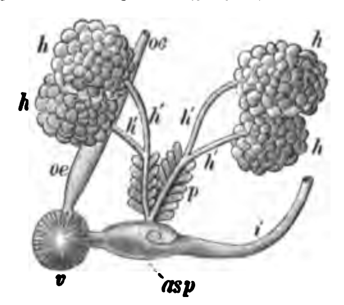



**Fig. 107.** Verdauungsapparat von *Loligopsis*. *p* Drüsenanhänge an den Lebergängen (h′) (Pancreas?). Die übrigen Bezeichnungen sind dieselben, wie bei Fig. 106 (n. R. E. Grant).

Diese beiden Bezirke bergen entschieden die Verdauungsstätte. Wie weit nun noch der linkerseits von der Einmündung des Gallengangs abgehende gleichweite Darm, welcher bei diesen räuberischen Thieren kurz ist und nach vorn zieht, um unter der Basis des Trichters mit dem

After nach aussen zu münden, — noch der Verdauung dient, ist um so weniger möglich zu bestimmen, da auch nicht die geringste Abgrenzung in verschiedene Abschnitte daran sich bemerklich macht. Wahrscheinlich ist der grade nach vorn laufende Theil des Darms als Pars egestoria aufzufassen, mit welchem kurz vor dem After auch noch der Ausführungsgang der sog. Tintendrüse (Fig. 106 *gla*) sich verbindet.

Die Leber (*h*) ist bei den Cephalopoden von ansehnlicher Ausbildung, meistens ungelappt; nur bei Nautilus und Loligopsis (Fig. 107 *h*) gelappt. Bei den Loligineen sind ihre Ausführungsgänge mit zahlreichen Blinddärmchen oder verästelten drüsigen Bildungen besetzt (Fig. 107 *p*), welche man als Analogon des Pancreas der Wirbelthiere zu deuten oft geneigt ist.

Bei den Cephalophoren zeigt sich weniger Gleichförmigkeit in der Gestaltung und Ausbildung der Verdauungsstätte, da in Betreff der Nahrungsmittel, auf die sie angewiesen sind, hier mehr Verschiedenheiten obwalten, indem die einen von animalischer Kost leben und Räuber sind, die anderen von Landvegetabilien und wieder andere von Seetang leben.

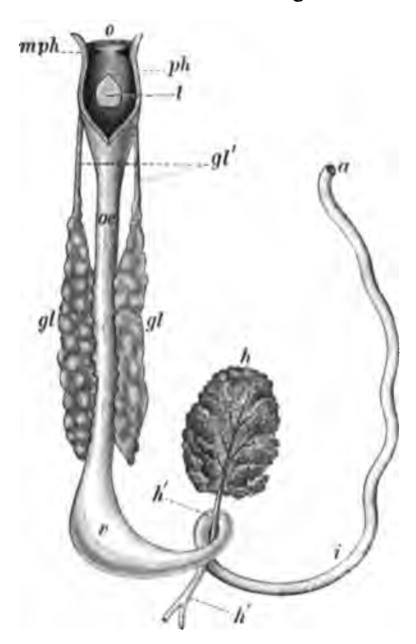



**Fig. 108.** Verdauungsapparat von *Helix pomatia*. *o* Mund, *ph* Schlundkopf, von oben eingeschnitten. *mph* Die beiden Hälften der durchschnittenen gezahnelten Reibplatte, hinter der Mundöffnung stehend. *l* Sog. Zunge, am Boden des Schlundkopfes sitzend, *oe* Oesophagus, *gl* Speicheldrüsen, beiderseits des vorhergehenden bis zum Magen herab anliegend und ihren Ausführungsgang (*gl'*) nach vorn in den Schlundkopf sendend, *v* Magen, *h* Leber, von welcher nur ein Theil hier geblieben ist, der andere aber entfernt wurde, *h* Gallengänge, *i* Darm, *a* After.

Als Magen (Fig. 108) tritt in der Regel eine einfache Erweiterung des Nahrungsschlauches hinter der meistens langen Speiseröhre auf. Der übrige Theil des Schlauches läuft, da der After in der Nähe der Respirationsorgane zu liegen pflegt, als Darm mit einer schlingartigen Krümmung zu der seitlich und vorn liegenden Analöffnung. Der Magen zeigt mannichfache Verschiedenheiten; bald ist er dünnhäutig, bald mit dicker, muskulöser Wandung versehen. Wo die Verlaufsrichtung des Darmrohres in der Magengegend rasch sich ändert, erhält der Magen eine blindsackartige Gestalt. In anderen Fällen zerfällt er durch Abschnürungen in der Quere in mehrere hinter einander folgende Abtheilungen. Bei Aplysia besitzt der Magen drei hinter einander folgende Abschnitte, die an ihrer Innenfläche mit verschieden geformten, hornähnlichen, harten Bildungen, die pyramidale, hakenförmige u. dgl. Formen

haben, besetzt sind und auf mechanische Bearbeitung der Nahrungsmittel wohl hauptsächlich berechnet sind. Bei manchen Gasteropoden, besonders den Abranchiaten und Gymnobranchiaten, treten noch ganz eigenthümliche Formen auf. Magen und Darm können hier sehr kurz sein, aber es gehen von dem einen oder anderen blinddarmförmige, oft sich verästelnde Anhänge aus, wie Tergipes ein Beispiel hierfür abgibt (Fig. 109), wo die Blinddärme selbst in die, vom Rücken des Körpers ausgehenden Fortsätze hinein sich erstrecken. Bei *Aeolidina paradoxum* bilden diese verästelten Blinddärme selbst Anastomosen unter einander und werden durch einen, im ganzen Umfang des Thieres laufenden Ringkanal unter einander verbunden. Diese eigenthümlichen Bildungen sind aber wohl nicht mehr als besondere Formen der Verdauungsstätte, sondern als Bildungen von mehr secretorischer Bedeutung zu betrachten und zwar um so mehr, als sie, wie bei Tergipes, einen bräunlichen, von Zellen gebildeten, drüsigen Beleg enthalten, der wohl als ein Aequivalent der sonst fehlenden Leber angesehen werden kann.

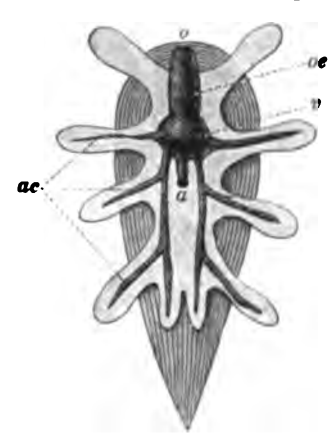



Fig. 109. Verdauungsapparat von *Tergipes*. *o* Mund. *oe* Muskulöser Schlund, *v* Magen. *ac* Blinddarmförmige Anhänge, welche in die Rückenfortsätze eingehen, *a* Anus.

Wenn man von den hier geschilderten Einrichtungen absieht, so findet man sonst unter den Cephalophoren, besonders den Gasteropoden, ganz allgemein eine meistens sehr entwickelte Leber, deren Gallengänge gewöhnlich dicht hinter dem Pylorus in den Darm führen. Bei den Schalenbesitzenden pflegt die Leber den hinteren Theil des Eingeweidesackes einzunehmen, und ein mehr oder weniger grosser Theil des Darmkanals in sie eingebettet zu sein.

Von Entwicklung eines Pancreas findet sich bei den Cephalophoren in der Regel nichts vor. Nur bei Doris vielleicht angedeutet durch einen blinddarmförmigen Anhang am gemeinsamen Lebergallengange und bei Aplysia durch einen Blinddarm, der in den letzten Magen nahe bei der Einmündung des Gallenganges sich einsenkt.

Bei den Lamellibranchiaten (Fig. 110) ist der Magen, da die Speiseröhre in hohem Grade verkürzt ist, fast hinter dem Munde gelegen, von ansehnlicher Weite, rundlicher, sackartiger Gestalt und mit der Umgebung (Leber und Eierstock) so verwachsen, dass man kaum eine Wandung unterscheiden kann. Auffallend ist die Einmündung der Gallengänge aus der umliegenden Leber (Fig. 110 *v*). Auch besitzt er bei vielen Blattkiemern noch eine blindsackförmige Nebenhöhle (Fig. 111) mit dem sog.

**Krystallstiele**, einem stabförmigen, verschieden harten, glashellen oder weisslich getrübten Körper, dessen funktionelle Rolle noch nicht festgestellt

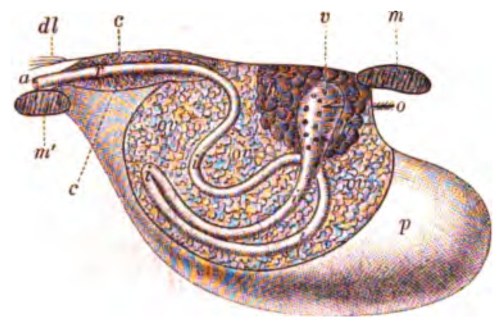



Fig. 110. Verdauungsapparat von der Teichmuschel (*Anodonta cygnea*). *o* Mund. *m* Vorderer Schlossmuskel. *m'* Hinterer Schlossmuskel. *v* Magen mit den Mündungen der Gallengänge, *h* Leber, *ov* Ovarium, *p* Fuss, *i* Darm, *r* Mastdarm, durch das Herz gehend. *c* Geöffneter Herzventrikel, *a* After.

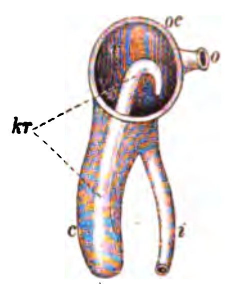



Fig. 111. Geöffneter Magen (*v*) von *Cardium echinatum* mit dem, den Krystallstiel (*kr*) enthaltenden Blindsack (*c*), *o* Mund, *oe* Oesophagus, *i* Darm.

ist. Der übrige Theil des Nahrungsschlauches, der **Darm** (Fig. 110*i*), tritt nach einer oder mehreren Windungen nach der Rückenseite, bildet dort, sich etwas erweiternd, den **Mastdarm** (*r*), der seinen Weg meistens **durch das Herz** (*c*) nimmt und über dem hinteren Schliessmuskel sich in den

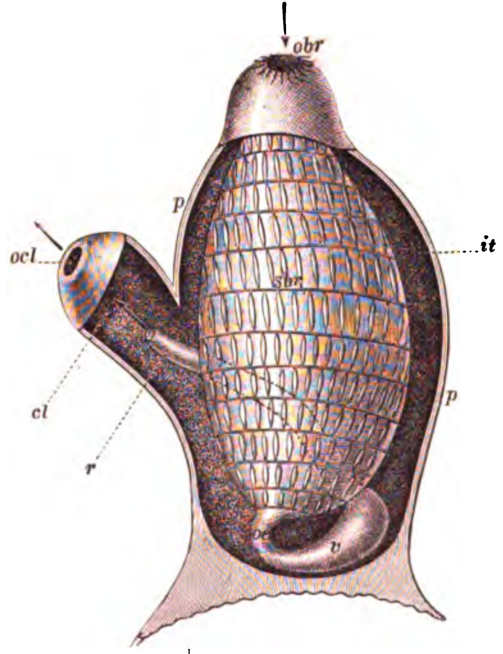



Fig. 112. *Ascidia papillosa*. *obr* Kiemen- oder Athemöffnung, durch welche sowohl das Wasser zum Athmen als auch die Nahrungsmittel eingeführt werden, *sbr* Kiemensack, *oe* Speiseröhre, aus dem Grunde des Kiemensackes hervorgehend, *v* Magen, aus welchem der Darm hervorgeht, der hier vom Kiemensacke bedeckt, nach der Kloake zieht, um dort als Rectum (*r*) zu münden, *cl* Kloake, *ocl* Kloakenöffnung, durch welche das Exspirationswasser und die Excremente ausgeführt werden, *p* Mantel.

Afterschlitz des Mantels als After eröffnet. Ob der zwischen Magen und Mastdarm liegende Darm noch der Verdauung diene oder schon dem Dickdarme angehörig sei, lässt sich nicht bestimmen. Es ist aber ersteres nicht unwahrscheinlich, da der sog. Mastdarm verhältnissmässig lang ist und in seiner Totalität wohl als gesammte Pars egestoria aufgefasst werden kann.

Bei den Tunicaten (Fig. 112) liegt die Mundöffnung im Grunde der Kiemenhöhle. Der dort beginnende Nahrungsschlauch geht als Speiseröhre bald in einen sackartig erweiterten Magen über, aus dem der nur einige Windungen beschreibende Darm hervorgeht, welcher bei den Ascidien nach der Kloake hinzieht, um daselbst mit dem After zu münden. Von einer gesonderten Leber findet man hier nichts vor.

#### d. Pars digestoria und egestoria der Echinodermen.

Bei den Sipunculiden und Holothurien, die eine längliche wurmförmige Körpergestalt haben, bildet der Nahrungsschlauch hinter dem Pharynx keine Magenerweiterung, sondern verläuft als ein gleich weiter Darm, in einer kleinern oder grösseren Zahl von Biegungen und Windungen, nach dem After, vor welchem derselbe bei den Holothurien eine Erweiterung bildet, welche als Mastdarm oder Kloake mit dem After endigt. Bei den Sipunculiden beschreibt der Darm mehrere vorwärts und rückwärts ziehende spiralig zusammengelegte Windungen, um schliesslich in den weit vorn liegenden After, ohne Mastdarmerweiterung überzugehen. Selbst aber auch bei den Seeigeln, bei welchen man es ihrer Körpergestalt nach nicht erwarten sollte, hat der Nahrungskanal von dem Oesophagus an die

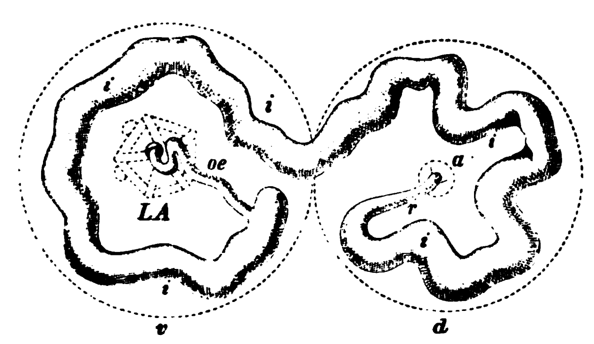



Fig. 113. Verdauungsapparat vom Seeigel (*Echinus saxatilis*) (nach Tiedemann) halb schematisch gehalten. *LA* Der Kauapparat, nur punktirt angedeutet, aus dessen Mitte die Speiseröhre (*oe*) hervorkommt, welche noch eng ist, *i* Verdauungsdarm, lang und gleichweit, aber beträchtlich weiter als die Speiseröhre, *r* Endtheil des Darms, Mastdarm, wieder enger als der vorhergehende Theil und in der Mitte der dorsalen Körperseite als Anus (*a*) nach aussen führend, *v* Ventrale Körperhälfte, *d* dorsale Hälfte, beide nur punktirt angedeutet.

Form eines gleichmässig weiten, einige Windungen beschreibenden Schlauches, der erst kurz vor seiner Ausmündung an dem After etwas enger wird (Fig. 113). Dass hier von einer Unterscheidung eines der

scheidung eines der Verdauung und Ausleerung dienenden Abschnittes nicht die Rede sein kann, leuchtet von selbst ein.

Nur bei den Asterien (Fig. 114) ist die Form eine abweichende, indem der an der ventralen unteren Seite des Leibes liegende Mund in einen sackartigen Magen überführt, von dem kein Darm, wohl aber blinddarmförmige Anhänge (*ii*) ausgehen. Je zwei derselben gehen in die einzelnen Körperstrahlen ein. Hier bilden sie noch kleinere Ausstülpungen, welche, wie verästelte Drüsen, beiderseits stehen. Sie sondern einen gelblichen Saft ab, daher sie als Gallenorgane oder Leber wohl anzusprechen sind. Der After, welcher aus dem Magensack herausführt, liegt dem Munde gegenüber in der Mitte der Rückenscheibe. Nur bei den Ophiuriden fehlt derselbe.

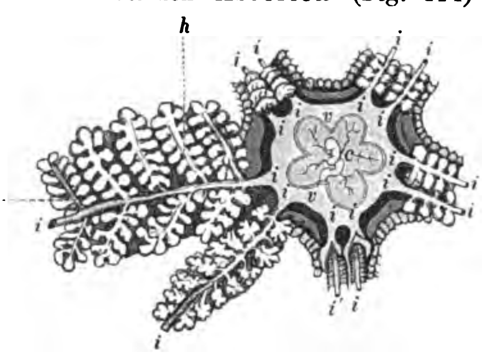


**Fig. 114.** Verdauungsapparat von *Asterias aurentiaca* (nach Tiedemann). *v* Magen, *c* zwei blindsackförmige Anhänge des Magens, *i* zehn blinddarmförmige Ausläufer des Magens, von welchen je zwei in einen Körperstrahl eingelegt sind (nur in den Anfängen dargestellt), *i'* dieselben aufgeschnitten dargestellt, *h* seitliche Zweige der Blinddärme mit drüsigen Anhängen, im ausgedehnten Zustande dargestellt.

### e. Pars digestoria und egestoria der Coelenteraten.

Charakteristisch für diese, die Quallen und Polypen umfassende, Thierklasse ist das mehr oder weniger erfolgende Zusammenfallen der Verdauungshöhle mit der Leibeshöhle und die radiäre Form der erstern. Der Verdauungsapparat zeigt überhaupt hier mehr Gleichförmigkeit, weniger Schwankung in seiner Anordnung, als sonst. Die Verdauungsstätte liegt immer in der Mitte des Körpers; daher ihre Form, je nach der des Körpers, bald in die Länge mehr, bald in die Breite ausgedehnt ist. Ein After fehlt allgemein. Die Verdauungshöhle (Magen) setzt sich in das Körperparenchym fort, bald in Gestalt von mehr oder weniger verästelten Kanälen (Fig. 115), bald in Form von Taschen und derartigen weiten Räumen. Der Mundtheil bildet oft durch rüsselförmige Verlängerung eine Art Speiseröhre und pflegt von Gebilden umstellt zu sein, welche das Ergreifen der Nahrungsmittel zum Einführen in die Verdauungshöhle ermöglichen, — Tentakeln, Fangarme (Fig. 116). Die verschiedenen Formen und Anordnungen des Verdauungsapparates, die sich hier ergeben, lassen sich unter folgende vier verschiedene Gesichtspunkte zusammenfassen:

1) Die Verdauungshöhle — Magen — hat noch selbstständige Wandungen, ist von schlauchförmiger Gestalt, hängt in die Leibeshöhle hinein und steht auch mit letzterer durch seitliche, aber verschliessbare Oeffnungen in Verbindung (Fig. 4). Die Leibeshöhle stellt eine

centrale Aushöhlung des Körpers dar mit radiären, gefässartigen Ausläufern (Ctenophoren); oder




Fig. 115. *Medusa aurita*, von unten gesehen; die Fangarme sind entfernt. *o* Mund, *v* Verdauungshöhle. *g* Keimbereitende Geschlechtsorgane. *cr* Verästelte Kanäle, welche von der Verdauungshöhle ausgehen und in einen, im Rande der Körperscheibe liegenden Kanal, sog. Randgefässe (*cm*) einmünden, *t* Randfäden (nach Ehrenberg).

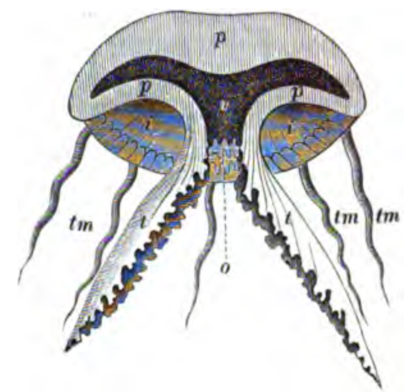



Fig. 116. Durchschnitt einer *Pelagia*, halbschematisch. *o* Mund zwischen den Basen der Fangarme (*t*), in der Mitte der unteren Körperseite liegend. *v* Die Leibeshöhle als Verdauungshöhle, in welche der Mund einführt, *p* Körperparenchym, die Leibeshöhle begrenzend. *i* Untere oder ventrale Seite des Körpers, *tm* Randtentakeln (nach R. Wagner).

2) die Verdauungshöhle stellt einen kurzen Schlauch mit noch selbstständigen Wandungen dar, der durch eine am Ende befindliche weite, aber verschliessbare Oeffnung mit der Leibeshöhle in Verbindung steht (Fig. 3). Die letztere ist weit und von dem Körperparenchym unmittelbar umschlossen, welches radiär stehende Septa bildet, die in die Höhle hineinragen (Anthozoen); oder

3) die Verdauungshöhle hat keine selbstständige Wandungen mehr, der Mund führt direkt in die Leibeshöhle (Fig. 1), welche im Uebrigen aber wie bei den Anthozoen sich verhält — (polypoide Formen der Hydromedusen); — oder endlich

4) ist die Verdauungshöhle (Fig. 2) ohne selbstständige Wandungen und mit einem Munde versehen, der direkt, wie im vorigen Falle, in die Leibeshöhle einführt — die aber bei centraler Lagerung radiäre gefässartige Ausläufer durch das gallertige Körperparenchym (Fig. 115) aussendet. Innen führen diese Kanäle ein Flimmerepithel zur Unterstützung der

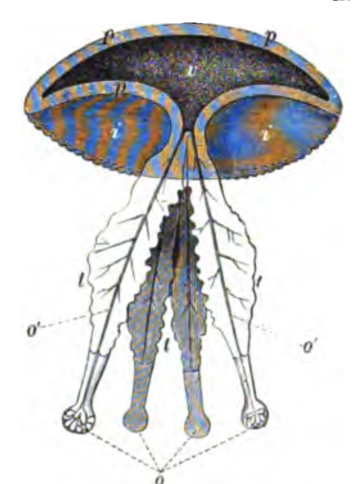



Fig. 117. Durchschnitt von *Rhizostomum Cuvieri*, halb schematisch. *v* Verdauungshöhle, *p* Körperparench. *i* Ventrale Fläche des Körpers, *t* Fangarme, deren etwas verdickte unteren Enden (*o*) die zahlreichen feinen Saugöffnungen tragen, von denen die im Innern der Fangarme zur Verdauungshöhle emporführenden verästelten Saugkanäle beginnen.

Bewegung der Verdauungsflüssigkeit. Sie vertreten zugleich die Stelle eines Gefässsystems; daher das Ganze Gastrovascularapparat bezeichnet wird (medusoide Formen der Hydromedusen, Scheibenquallen) (Fig. 2 und 116). — Die weite Mundöffnung liegt in der Mitte der ventralen Seite der Körperscheibe zwischen den Basen der Fangarme. Nur die Rhizostomiden weichen hiervon ab, indem eine solche Eingangsöffnung zur Verdauungshöhle ihnen fehlt und dafür die saugnapfähnlich geformten unteren Enden der Fangarme eine grössere Anzahl feiner Oeffnungen besitzen, die in verästelte Kanäle führen, welche im Innern der Fangarme zur Verdauungshöhle enporsteigen. Also eine Einrichtung, welche auf Einsaugung einer flüssigen Nahrung berechnet ist (Fig. 117).

#### f. Verdauungsstätte der Protozoen.

Die Protozoen umfassen die durch Einfachheit ihrer Organisation auf der niedersten Stufe stehenden Thierformen, bei denen sich entweder nur eine schwache oder auch gar keine Differenzirung der Organe kund gibt, so dass grosse Abschnitte des Körpers oder selbst der ganze Körper eine Anzahl Funktionen vollzieht, die sonst von einzelnen besonderen Organen vermittelt werden.

1) Bei den Infusorien wird die Nahrungsaufnahme in den Körper und die Verdauung auf mannichfaltige Weise ermöglicht und lassen sich namentlich folgende Verschiedenheiten feststellen:

a. Die Verdauungshöhle wird von der Leibeshöhle gebildet, zu welcher ein Mund einführt und ein After herausleitet; oder b. das Körperparenchym ist die Verdauungsstätte, zu welcher $\alpha$) entweder ein beständiger Mund, oder $\beta$) ein temporärer führt (Actinophrys); oder c. die Nahrungsaufnahme erfolgt auf endosmotischem Wege (geiseltragende Infusorien, Opalinen).

2) Die Gregarinen sind ohne Verdauungsapparat, ihre Nahrungsaufnahme erfolgt, wie bei Parasiten, durch Endosmose.

3) Bei den Rhizopoden findet eine direkte Nahrungsaufnahme in den Körper statt; aber es fehlt sowohl ein besonderer Mund, als auch eine besondere Verdauungshöhle. Die Nahrungsaufnahme erfolgt, statt durch einen Mund, an jeder beliebigen Stelle. Die Verdauungsstätte, zu welcher die aufgenommenen Nahrungsmittel gebracht werden, ist das Körperparenchym (vgl. Seite 3).

---

## 2. Athmungsapparat.

C. G. Carus und Otto, Erläuterungstafeln zur vergl. Anatomie, Heft 7. — G. Cuvier, Vorlesungen über vergl. Anatomie. Bd. IV. — Fuld, Diss. de organis, quibus aves spiritum ducunt. Virceb. 1816. — Guillot, Mémoire sur l'appareil de la respiration dans les oiseaux, in Annales des sciences nat. 3. Ser. Tom. V. pag. 25. — Gurlt, Anatomische Abbildungen der Haussäugethiere. Taf. 88—94. — J. Hunter, in philosoph. Transactions. 1774. pag. 205. — Hyrtl, Lepidosiren paradoxa. 1845. — Lereboullet, Anatomie comparée de l'appareil respiratoire dans les animaux vertèbres. Strassburg 1838. pag. 48. — Leydig, Anatomisch-histologische Untersuchungen über Fische und Reptilien. 1852. — Mayer, Analekten für vergl. Anatomie. Bonn 1835, S. 6. — Meckel, System der vergl. Anatomie, Bd. 6. — Derselbe, Das Respirationssystem der Reptilien, in dessen Archiv Bd. 4. 1818. S. 60. — Derselbe, Beiträge zur Geschichte des Respirationssystems der Amphibien, ebenda. Bd. 5, 1819. S. 213. — J. Müller, Zur vergl. Anatomie der Myxinoden, in den Abhandlungen der Berliner Academie. — Derselbe, Ueber den Bau des Branchiostoma lubricum, ebenda, Jahrgang 1842. S. 79. — Peters, Ueber die Lunge von Rhinocryptis, in Müller's Archiv 1845. — Derselbe, Kiemengerüst der Labyrinthfische, ebenda, Jahrgang 1853. S. 427. — Retzius, in Froriep's Notizen. Bd. 35. Nr. 749. — Rainey, On the minute anatomy of the lung of the Bird, in medico-chirurgic. Transact. T. 32. 1849. — Sappay, Recherches sur l'appareil respiratoire des oiseaux. 1847. — E. Schulze, Bau der Lungen (der Säugethiere, Vögel und Amphibien), in Stricker's Handbuch der Gewerbelehre. 1871. S. 464. — Tiedemann, Ueber einen Luftbehälter bei Gecko fimbriatus, in Meckel's Archiv f. Physiologie. Bd. 4. Heft 4. S. 549. — R. Wagner, Icones zootomicae. 1841. — E. Weber, Ueber den Bau der Lungen der Vögel, in dem Bericht über die 19. Versammlung deutscher Naturforscher und Aerzte in Braunschweig. 1842.

Brandt und Ratzeburg, Med. Zoologie. Bd. II. — Victor Carus, Icones zootomicae. Leipzig 1857. — Léon Dufour, Sur l'anatomie de la larve à branchies externes d'Hydropsiche, in Annales des sciences nat. 3. Ser. Tom. 8. pag. 341. — Derselbe, Sur l'anatomie de la larve à branchies extérieures de Sialis lutorius, ebenda, 3. Ser. Tom. 9. pag. 91. — Derselbe, ebenda, Tom. 10, pag. 255. — Derselbe, Observations sur les larves des Libellules, ebenda, 3. Ser. Tom. 17. pl. 4—5. — Duges, Recherches sur les Aranéides, in Annales des sciences nat. 2. Ser. Tom. 6. pag. 181. — Milne Edwards, Sur l'appareil respiratoire, in Annales des sciences nat. 2. Ser. T. XI. pag. 129. — Kutorga, Scolopendrae morsitantis anatome. Petropol. 1834. — Leydig, Athmungsorgane der Wirbelthiere und der Wirbellosen, in Lehrb. der Histologie. 1847. S. 371 und 383. — R. Leuckart, Zoologische Untersuchungen, Heft 3, pag. 47. — J. Müller, Beitrag zur Anatomie des Scorpions, in Meckel's Archiv. 1828. S. 29. — Newport, Insecta, in Todd's Cyclopaedia. Vol. II. pag. 982. — Oustalet, La respiration chez les Nymphes des Libellules, in Annales des sciences nat. 5. Ser. T. XI. pag. 370. — Owen, Cephalopoda, in Cyclopaedia. Vol. I. pag. 542. — Platner, Respirationsorgan der Seidenraupe, in Müller's Archiv 1841. S. 38. — Marcel de Serres, Ueber die Verrichtungen des Rückengefässes der Insecten etc., in Isis, 1819, S. 814 (Luftblasen der Tracheen). — Strauss-Durkheim, Considérations générales sur l'anatomie comparée des animaux articulés etc. Paris 1828. Pl. 7. (Athmungsorgane von Melolontha vulgaris). — Suckow, Respiration der Insecten, in Heusinger's Zeitschrift für organische Physik, Bd. II. Heft 1, S. 24. — Derselbe, Anatomische und physiologische Untersuchungen der Insecten und Krustenthiere. Heidelberg 1818. — Tiedemann, Anatomie der Röhrenholothurie etc. Landshut 1816.

Der Athmungsapparat hat eine ähnliche Aufgabe, als der Verdauungsapparat. Auch er hat einen, allerdings gasförmigen Nährstoff von aussen in den Körper einzuführen, um durch denselben dem Blute die ernährenden und belebenden Eigenschaften, welche dasselbe bei seiner Wechselwirkung mit der Organensubstanz fortwährend einbüsst, wieder zu verleihen.

Einführung von Sauerstoff ist indess nicht die alleinige Aufgabe des Athmungsapparates. Er ist auch noch bestimmt, eine Ausscheidung zu vermitteln. Die Kohlensäure, welche stets sich bildet, wo Stoffumsatz statt hat und zwar um so reichlicher, je lebhafter dieser vor sich geht, — und Wasser werden durch ihn aus dem Blute ausgeschieden.

Da das Blut der Träger beider ist, sowohl der auszuscheidenden Kohlensäure als auch des aufzunehmenden Sauerstoffes, so geht der Zweck der Einrichtung eines Athemapparates im Allgemeinen dahin, das von den Organen zurückkehrende, an Sauerstoff arme, aber an Kohlensäure reiche Körperblut (oder die ähnlich sich verhaltende, die Organensubstanz tränkende Ernährungsflüssigkeit) mit einem an Sauerstoff reichen und Kohlensäure ärmeren Medium in Wechselwirkung zu bringen, und zwar so, dass mittelst eines einfachen Gasaustausches dem Blute der mangelnde Sauerstoff zugeführt und die überschüssige Kohlensäure abgenommen wird.

Um die Erreichung dieses Athmungszweckes zu ermöglichen, wird nun

1) entweder das Athmungsmedium unmittelbar mit der sauerstoffbedürftigen Organensubstanz und der sie tränkenden Nährflüssigkeit in Berührung gebracht, indem es, wie bei vielen niedern Organismen, in den Thierleib eingeführt wird und die Organe unmittelbar bespült, — System der Athmungsgefässe — (Luftgefässe, Tracheen oder Wassergefässe); oder

2) wird das Athmungsmedium dadurch mittelbar mit dem sauerstoffbedürftigen Körperblute in Berührung gebracht, dass letzteres in feinen Strömen an der einen Seite einer feuchten thierischen Membran — Athmungsfläche — vorbeigeführt wird, mit deren anderer Seite das Athmungsmedium in Berührung kommt (Fig. 118). Als Athmungsmedium kann Luft oder Wasser dienen, daher es Luft- und Wasserathmungsorgane oder Lungen und Kiemen gibt.

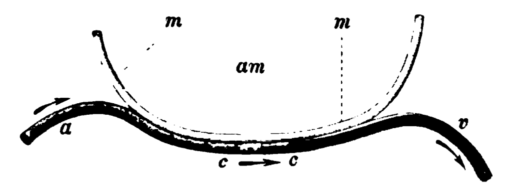



**Fig. 118.** Schema der Athmungsfläche und der *Vasa respiratoria*. *m* Membran, die Athmungsfläche bildend, mit welcher an der einen Seite das Athmungsmedium (*am*) in Berührung steht, während an der anderen Seite die Capillarbahnen (*c*) der Vasa respiratoria (*av*) vorbeiziehen. *a* Die das venöse Körperblut zuführende Arteria respiratoria. (*v*) Die Vena respiratoria, welche das durch die Wechselwirkung mit dem Athmungsmedium arteriell gewordene Blut von der Athmungsstätte wieder wegführt.

Die Luftathmung gestattet einen stärkeren Umtausch, als die Wasserathmung. Daher die erstere bei denjenigen Thieren in Anwendung kommt, bei welchen ein grösseres Sauerstoffbedürfniss vorliegt; die Wasserathmung hingegen bei solchen, bei welchen dieses geringer ist. Geringer

ist das Sauerstoffbedürfniss, wo die Körperbewegungen im Wasser mit geringerem Kräfteaufwand vollzogen werden und desshalb einen kleineren Stoffverbrauch zur Folge haben. Grösser ist es dagegen da, wo die Bewegungen auf dem Lande oder in der Luft grössere Muskelkräfte in Anspruch nehmen und in Folge davon einen stärkeren Stoffverbrauch veranlassen. Daher ist die Luftathmung, wie beim Menschen, bei allen Säugethieren, Vögeln, den meisten Amphibien und unter den Wirbellosen bei den Insekten, Arachniden, Myriapoden und einigen Gasteropoden in Anwendung gebracht, während die Wasserathmung bei fast allen im Wasser lebenden Thieren, wie unter den Amphibien bei den Batrachierlarven und den Perennibranchiaten, bei den sämmtlichen Fischen und allen übrigen, oben nicht genannten Wirbellosen sich findet.

Die Verschiedenheit der Athmungsorgane wird wesentlich bedingt 1) durch das Athmungsmedium und 2) durch die Form der Athmungsfläche.

Die Athmungsfläche tritt nun bei den verschiedenen Thieren in verschiedenen Formen und verschiedenen Graden der Entwicklung und Ausdehnung auf, je nachdem dieselbe auf Wechselwirkung mit Wasser oder Luft berechnet ist und je nachdem sie die Bedürfnisse eines nur schwachen, trägen oder sehr lebhaften, starken Stoffwechsels zu befriedigen hat.

## Verschiedene Formen der Athmungsfläche.

### a. Bei Wasserathmung.

Hier ist die Athmungsfläche entweder

a) von der ganzen äusseren Körperhaut, die dann auch dünn und weich zu sein pflegt, wie dies namentlich bei niederen Organismen der Fall ist, oder

b) nur von einem Theile derselben gebildet — Kiemen. In letzterem Falle stellt sie eine Ausstülpung dar, die bald in Gestalt freier Körperanhänge — freie Kiemen — auftritt (Fig. 119), bald in eine Höhle — Kiemenhöhle — eingelegt erscheint (Fig. 7).

Wenn das vermeintliche Athmungsorgan der Holothurien und die contractilen Blasen bei den Infusorien wirkliche Athmungsorgane sind, dann gibt es indess noch eine andere Form von Wasserathmungsorganen, die durch Einstülpung eines Theils der äusseren Körperhaut in's Innere des Körpers gebildet wird, und mit der bei Luftathmung Anwendung findenden Form Aehnlichkeit hat.



Fig. 119. Furchenmolch (*Necturus lateralis*) mit äusseren Kiemen (nach Brehm).

### b. Bei Luftathmung.

Die Athmungsfläche wird von einer häutigen, durch **Einstülpung** von aussen in's Innere des Körpers gebildeten **Blase** dargestellt, deren Höhle mit Athmungsluft von aussen füllbar ist. — An ihrer Wandung wird ein Theil des venösen Körperblutes in feinen, sog. capillaren Strömen vorbei geleitet, um mit der in der Höhle der Blase enthaltenen Luft die bezweckte Wechselwirkung einzugehen. (Fig. 120.)

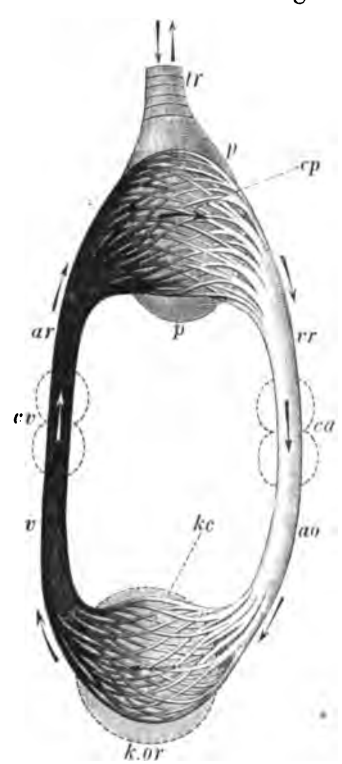



**Fig. 120.** Schema des respiratorischen Capillarnetzes und der Körpercapillaren. *p* Athmungsorgan (Lunge), *tr* Luftweg, für die Zu- und Wegfuhr der Athmungsluft. *cp* Respiratorisches Capillarnetz, zu welchem die aus dem rechten oder venösen Herzen kommende Arter. respiratoria (pulmonalis) (*ar*) sich auflöst und aus welchem die, zum linken oder arteriellen Herzen führende Vena respiratoria (s. pulmonalis) hervorkommt (*vv*). *ca* Arterielles oder linkes Herz, durch Punktirung nur angedeutet. In gleicher Weise *cv* das rechte oder venöse Herz, *ao* Körperarterie, welche aus dem linken Herzen nach den Körperorganen (*k.or*) führt, *kc* Capillarnetz der Körperorgane, in welches die Körperarterie auf der einen Seite einführt und aus dem auf der anderen Seite die Körpervene (*v*), welche nach dem venösen Herzen (*cv*) zurückleitet, wieder hervorkommt.

Diese Form von Athmungsorganen, **Lungen** genannt, ist bei dem Menschen, den drei höheren Wirbelthierklassen und mehreren Wirbellosen in Anwendung gebracht; zeigt indess verschiedene Stufen der Ausbildung. Bald stellt sie

a) einfache häutige Blasen (Fig. 121 *A*) oder Blasen (Fig. 121 *B C*), deren Wände mit Zellen besetzt sind, bald solche mit

b) baumartig verästelter Höhle dar, die wand- (Fig. 122, 123) oder endständig (Fig. 124) stehende Zellen trägt.

## A. Luftathmungsapparat der Wirbelthiere.

Derselbe wird 1) von den **Lungen** und 2) von den **Luftwegen** gebildet. Die ersteren enthalten die eigentliche, mit atmosphärischer Luft von aussen füllbare **Athmungshöhle** und tragen das **respiratorische Blutgefässnetz**, während die Luftwege nur den Zugang zur Athmungshöhle bilden und die Einfuhr und Ausfuhr der Luft vermitteln (Fig. 120).

Die Luftwege bestehen wieder

a) aus der Nasenhöhle,

b) aus dem Schlundkopfe (Säugethiere) oder der hinteren Mundhöhle (Vögel und Amphibien),

c) aus dem Kehlkopfe und

d) aus der Luftröhre.

Die **drei ersten** Abschnitte dienen indess auch noch anderen Zwecken. So birgt die **Nasenhöhle** noch das

Riechorgan; der Schlundkopf (oder die hintere Mundhöhle) ist zugleich Speiseweg, und der Kehlkopf auch Stimmorgan.

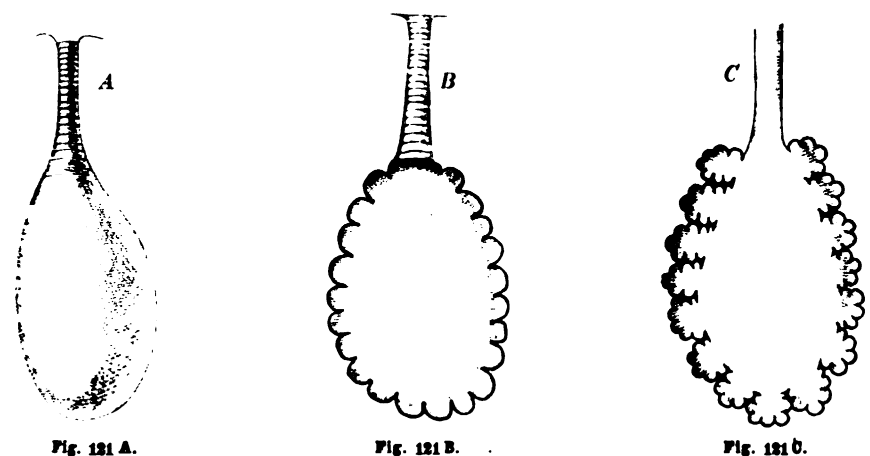



Fig. 121 A. Fig. 121 B. Fig. 121 C.
A Schema einer einfachen, blasenförmigen Lunge. B Schema einer blasenförmigen Lunge, an deren Wandung einfache zellige Ausbuchtungen sitzen. C Schema einer blasenförmigen Lunge, deren zellige Ausbuchtungen wieder secundäre Zellen tragen.

Zur Prüfung der in der Luft suspendirten Riechstoffe konnte auch kaum ein geeigneterer Ort gewählt werden, als der Eingang des Athmungsrohres. Und da die Töne der Stimme durch Schwingung elastischer Flächen

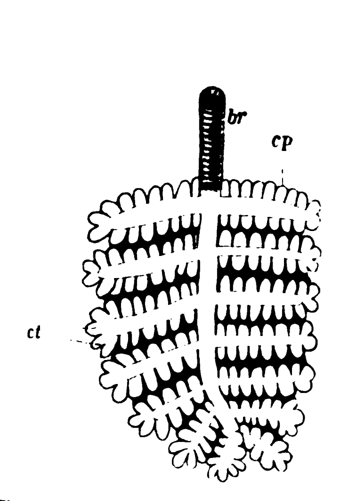



Fig. 122. Schema einer Chelonierlunge. *br* Branchus, *cp* wandständige Lungenzellen, *ct* Endständige Lungenzellen.

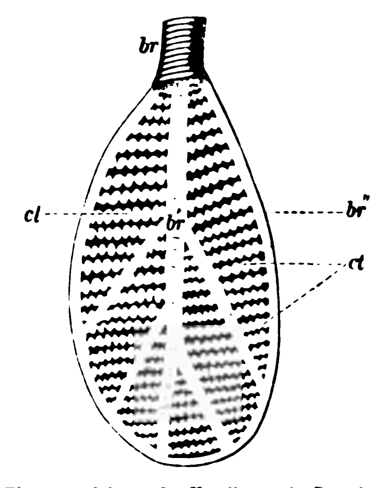



Fig. 123. Schema der Vogellunge. *br* Branchus, *br'* Verästelungen desselben im Inneren der Lunge, *br''* Bronchienzweige auf der Lungenoberfläche, *ct* wandständige Lungenzellen.

und Ränder und durch Reibung eines Luftstromes an letzteren erzeugt werden, so konnte auch das Organ der Stimme nirgends eine passendere Stelle finden, als in dem Luftrohre, durch welches die Athmungsluft streicht.

Zur Athemthätigkeit braucht aber dieser Lage wegen das Stimmorgan, wie von selbst verständlich, in keiner besonderen Beziehung zu stehen.

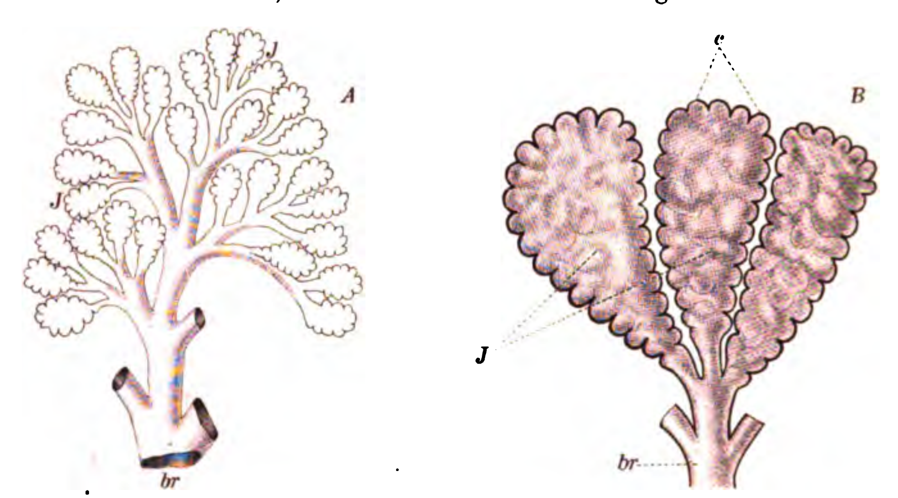



**Fig. 124 A und B. Schema der Säugethierlunge.**

A. Ein Branchienast (*br*) mit auf seinen Zweigen terminal aufsitzenden trichterförmigen Lungensäckchen *(Infundibula)* oder primären Lungenläppchen (*J*). — B Drei solcher primärer Lungenläppchen (*J*) stärker vergrössert, um die Lungenzellen (*c*), welche die Ausbuchtungen ihrer Wandung darstellen, zu zeigen.

## 1. Luftwege.

Da von den angegebenen einzelnen Abschnitten der Luftwege die Nasenhöhle bei dem Riechorgan ihre Erörterung finden wird, des Schlundkopfes und der hinteren Mundhöhle schon bei dem Verdauungsapparat gedacht wurde und der Kehlkopf später beim Stimmorgan näher betrachtet werden wird, so bleibt hier von den Luftwegen nur noch übrig

### Die Luftröhre.

Sie zeigt, ähnlich der Speiseröhre, bei den Wirbelthieren auch Verschiedenheiten bezüglich ihrer Länge, Form, ihres Verlaufs und Baues.

Ihre Länge ist abhängig im Allgemeinen von der Länge des Halses. Daher ist sie kurz bei den kurzhalsigen Thieren (Cetaceen, Cheloniern, Salamandrinen) oder fehlt wohl auch ganz, wie bei den ungeschwänzten Batrachiern (Rana, Bufo, Pipa). Bei den Cheloniern ist die Luftröhre eigentlich kürzer, als man nach der Länge des Halses erwarten sollte, was daher kommt, dass sie sich früher, als sonst, spaltet und desshalb sehr viel längere Bronchi erhält. Aehnliches nimmt man auch unter den Säugethieren an der Luftröhre des Springhasen *(Pedetes cafer)* wahr.

Die Form der Luftröhre ist auch verschieden. Bald ist sie, wie beim Menschen, rund mit Abplattung an der hintern Seite (Fig. 125, 125 a) (Affen

und viele andere Säugethierarten), bald ganz cylindrisch (manche Nager, Raubthiere, Pferde u. a., ferner Vögel, und meiste Amphibien) (Fig. 125b, c), bald von der Seite comprimirt mit nach hinten stehender spitzer Kante (Fig. 125 d) (Rind und andere Wiederkäuer). Bei manchen Tauchervögeln, z. B. Mergus, zeigt die Luftröhre eine oder mehrere abwechselnde Erweiterungen (Fig. 125e). Gecko fimbriatus hat eine solche Erweiterung der

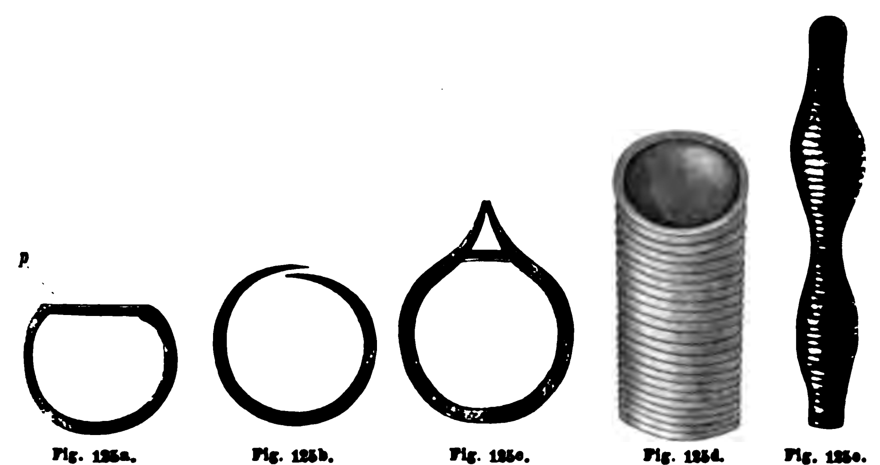



Fig. 125a. Fig. 125b. Fig. 125c. Fig. 125d. Fig. 125e.

a Schematischer Querdurchschnitt der Luftröhre vom Affen. p Hintere abgeplattete und aus Weichtheilen bestehende Wand. — b Querdurchschnitt der Luftröhre eines Pferdes. — c Ein Stück Luftröhre von einem Vogel. — d Querdurchschnitt der Luftröhre des Rindes. — e Ein Stück Luftröhre von der Tauchergans (*Mergus*). —

Luftröhre, die hinten von einer Membran trommelartig geschlossen ist. Diese Erweiterungen, namentlich jene bei den Tauchervögeln, scheinen Luftreservoire darzustellen und schliessen sich an die Kropfbildungen an den Speisewegen offenbar an. Besonders gilt dies aber von häutigen sackartigen Anhängen der Luftröhre, die mit Luft anfüllbar sind, wie man solche bei manchen Vögeln und Amphibien antrifft; so bei dem neuholländischen Casuar, wo der Sack vorn an der Luftröhre sitzt, und bei dem Chamaeleon. Bei dem letzteren scheint er indess mit dem Mechanismus in Zusammenhang zu stehen, durch welchen die Zunge aus dem Munde herausgeschnellt wird. Jene Erweiterung an der Luftröhre bei Gecko fimbriatus steht vielleicht mit der Stimmbildung in Beziehung.

Der Verlauf der Luftröhre ist im Allgemeinen grade, vor der Speiseröhre, wie beim Menschen, am Halse herab zur Brusthöhle. Indess bei manchen Säugethieren, namentlich aber bei Vögeln kommt es auch vor, dass sie mehr oder weniger Biegungen und Krümmungen beschreibt. So unter den Säugethieren beim Faulthier (Fig. 126), wo dieselbe in die Höhe steigt, dann sich wieder abwärts biegt, um hiernach in die beiden Bronchi erst sich zu spalten. Die Krümmungen, welche die Luftröhre bei vielen Vögeln beschreibt, liegen entweder

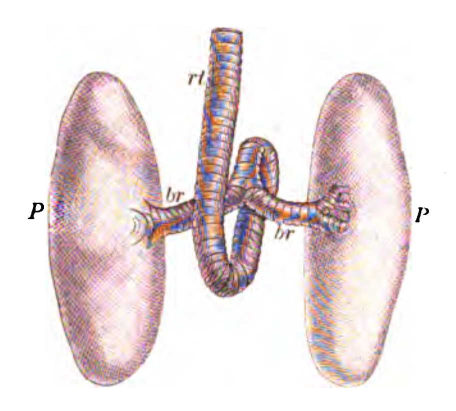



Fig. 126. Luftröhre und Lunge vom dreizehigen Faulthier (*Bradypus tridactylus*).

a) unter der Haut, wie bei dem Auerhahn, Höckerhähnen (*Crax alector*) u. a. oder

b) im Brustbein, wie beim Kranich (*Grus cinereus*), Cygnus musicus, oder

c) in der Gabel, wie beim Perlhuhn (*Numida*), beim Jakuhuhn (*Penelope*) und dem neuholländischen Schwan (*Cygnus plutorius*) oder

d) in der Brusthöhle, wie es beim Löffelreiher (*Platalea*) der Fall ist.

Was den Bau betrifft, so ist die Luftröhre entweder a) wie beim Menschen, vorn und seitlich von durch Knorpelringe gebildeten Wänden umschlossen, hinten aber mit einem häutigen muskulösen Verschluss versehen (Fig. 125a); oder b) die Knorpelringe berühren sich hinten, wie beim Rind (Fig. 125d), oder legen sich selbst übereinander, wie beim Pferd (Fig. 125b) oder es sind c) Knorpelstückchen zwischen die Enden der Ringe eingesetzt, wie besonders bei den Vögeln, z. B. beim Strauss (Fig. 127) u. a., oder d) die Ringe sind vollständig, wie dies namentlich bei den Vögeln und meisten Amphibien der Fall ist (Fig. 125c). e) Bei manchen Vögeln, z. B. bei den Pinguinen (*Aptenodytes*), wird die Luftröhre durch ein Septum (Fig. 128), an dessen Bildung die Knorpel Theil nehmen, in zwei Hälften geschieden. Die Knorpelringe werden endlich f) bei den meisten Vögeln knöchern, so bei den Sing-

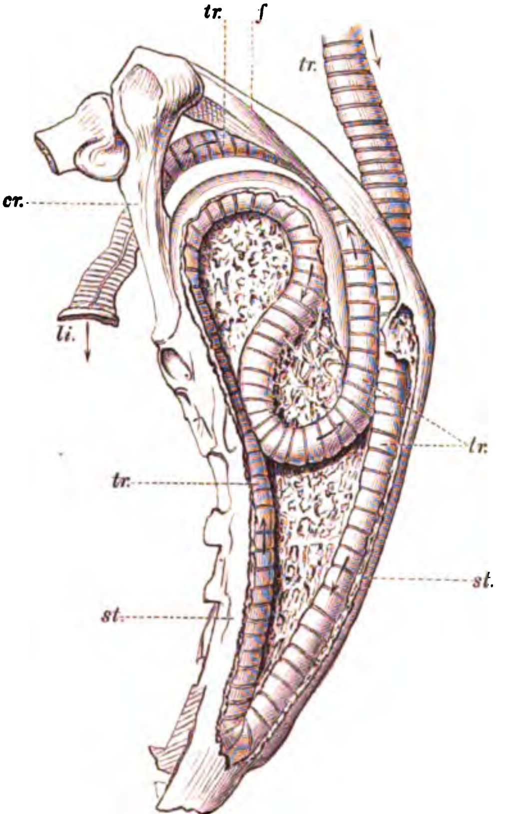



Fig. 126a. Brustbein mit der eingelegten Luftröhre vom Kranich (*Grus cinereus*). *st* Brustbein, *f* Gabelknochen oder vorderes Schlüsselbein, *cr* Hinteres Schlüsselbein, *tr* Luftröhre, *li* Unterer Kehlkopf.

vögeln, Corvus, Turdus, Fringilla etc., beim Specht, manchen Sumpfvögeln, wie Ardea, Grus, bei vielen Schwimmvögeln, wie Enten, Gänsen, Schwänen, Mergus, Colymbus u. a. Bei manchen, z. B. Mergus u. a. bestehen die Ringe aus einer schmalen und breiten Hälfte, deren Lage eine alterirende ist.

Da zwei Lungen mit der Luftröhre in Verbindung zu stehen pflegen, so theilt sich die letztere auch in der Regel in zwei Aeste (Bronchi). Wo nur eine Lunge vorhanden ist, wie bei Schlangen dies vorkommt, dann natürlich bleibt sie ungetheilt. Bei manchen Säugethieren (Wiederkäuern, Schweinen, Cetaceen) findet indess eine Theilung in drei Bronchi statt, wo jedoch der dritte der rechten Lunge zugehört und auch kleiner ist, als die beiden anderen Hauptäste.



Fig. 127. Luftröhre vom Strauss (*Struthio camelus*).



Fig. 128. Luftröhre v. Pinguin oder Brillenmangot (*Aptenodytes demersa*) mit dem Septum im Innern.

## 2. Lungen.

Lungen besitzen sämmtliche Thiere der 3 obern Wirbelthierklassen; von den Fischen haben nur die sogenannten Lungenfische (*Dipnoi*) noch solche. Wenn es unter den Fischen, die im Ganzen auf Wasserathmung angewiesen sind, einige gibt, welche, wie die Dipnoi, neben Kiemen auch Einrichtungen für Luftathmung haben, so liegt davon der Grund vorzüglich darin, dass dieselben in Schlamm und Sümpfen leben, wo sie zur Fristung ihres Lebens der Luftathmung oft bedürfen, ähnlich wie die Perennibranchiaten, welche Luftathmer sind, aus gleichem Grunde oft der Athmung durch Kiemen bedürfen. Die Lungen der Dipnoi stimmen auch ganz mit denen der Perennibranchiaten überein.

Die Lungen stellen bei den meisten Amphibien (Sauriern, Ophidiern, Batrachiern und Perennibranchiaten) und den Lungenfischen (Lepidosiren) einfache hohle Säcke mit entweder glatter Wandung oder mehr oder weniger mit Zellen und netzförmigen Maschen an der Innenfläche besetzt, dar (Fig. 121 *A*, *B*, *C*.). Dagegen bei den Krokodilen und Cheloniern (Fig. 122), noch mehr aber bei den Vögeln (Fig. 123) und am meisten bei den Säugethieren (Fig. 124) besitzen sie eine mehr oder weniger verästelte Höhle, wodurch sie zu Organen von sehr schwammiger und zelliger Beschaffenheit werden.

Bei den Cheloniern und Krokodilen ist die Verästelung noch gering und sind die Zweige terminal, besonders aber parietal mit

den Lungensäckchen, den gewöhnlich so genannten Lungenzellen, besetzt (Fig. 122). Bei den Vögeln, bei welchen die Verästelung der Lungenhöhle schon weiter geht, stehen die letzteren nur parietal (Fig. 123), und bei den Säugethieren (Fig. 124), bei welchen die Verästelung die höchste Stufe der Entfaltung erreicht und eine baumartige ist, tragen die feinsten Zweige terminal die Lungensäckchen (sog. *Infundibula*), deren Wände aber noch mit secundären zelligen Ausbuchtungen, den eigentlichen Lungenzellen oder Lungenbläschen besetzt sind (Fig. 124 *B*). Letztere wiederholen im Kleinen dieselbe Form der Athmungsfläche, welche im Grossen die einfachen Amphibienlungen (Fig. 121) darboten.

Zahl und Grösse der Lungen, sowie auch ihre äussere Form bieten ebenfalls mancherlei Eigenthümlichkeiten dar. Am beständigsten ist die Zahl der Lungen. Bei allen Wirbelthieren pflegen zwei Lungen vorhanden zu sein, die entweder gleich gross sind, oder deren eine etwas grösser ist, als die andere. Bei den Säugethieren ist, wenn eine Grössenverschiedenheit sich zeigt, wie beim Menschen, die linke die kleinere. Bei Vögeln und Amphibien sind sie gleich gross. Nur bei den Schlangen und fusslosen schlangenähnlichen Sauriern pflegt wegen der schmalen, langen Körpergestalt eine der beiden sackförmigen Lungen kürzer zu sein, als die andere. Bei den Schlangen ist die linke Lunge in der Regel kleiner und kürzer und verkümmert bei manchen selbst ganz. Bei den fusslosen Sauriern pflegt dagegen die rechte Lunge die verkürzte und kleinere zu sein.

Eine Theilung der Lungen in Lappen, wie sie der menschlichen Lunge eigenthümlich ist, findet man nur bei den Säugethieren, wo die Zahl der Lappen selbst noch grösser sein kann, als beim Menschen. Die rechte Lunge kann 4—5 Lappen haben, während die linke oft nur zwei besitzt. Bei Carnivoren und Nagern u. a. liegt einer der vier Lappen unter dem Herzbeutel, zwischen ihm und dem Zwerchfell — *Lobus infracardiacus* — in einer besonderen Tasche der Pleura dextra. Doch gibt es auch bei Säugethieren (z. B. bei manchen Edentaten etc.) Fälle, wo beide Lungen ungelappt sind, wie dies nun für die Lungen der Vögel und Amphibien ausnahmslose Regel bleibt.

Die Lungen der Vögel sind hinten an die Thoraxwand angewachsen, nur an ihrer vorderen Seite frei; daher sie hinten Einschnitte haben, welche von den Rippen veranlasst werden. Doch sind die Abtheilungen, die dadurch entstehen, nicht gleichbedeutend mit den Lappen der Säugethierlunge.

Mit den Lungen der Vögel stehen noch dünnhäutige Säcke in Verbindung, welche vor die Lungen und andere Rumpfeingeweide sich legen und mit Luft anfüllbar sind — Luftsäcke *(Cellulae aëreae)*. Durch Oeff-

nungen an der Oberfläche der Lungen stehen die tiefen Bronchienzweige mit ihnen in Verbindung, so dass, wenn die Lungen beim Einathmen sich mit Luft füllen, ein Theil dieser in die Luftsäcke entweicht und sie anfüllt. Diese Luftsäcke sind im ganzen Rumpfe vertheilt (Fig. 129), theils

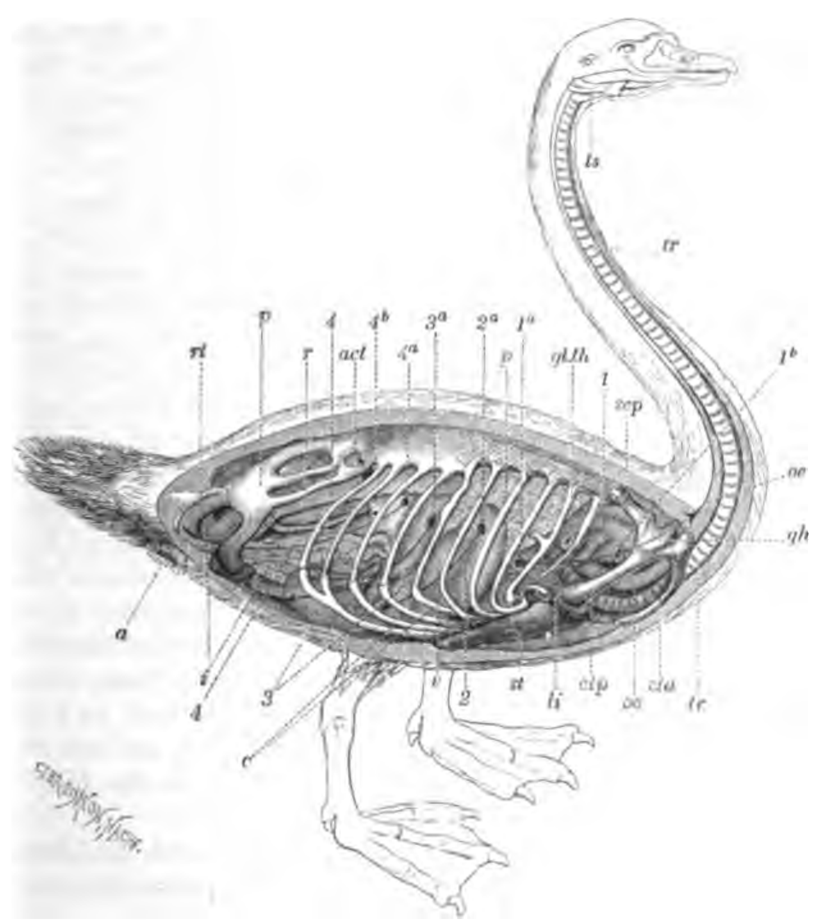



Fig. 129. Dieselbe stellt die Luftsäcke beim Schwan (*Cygnus Gibbus*) in der Lage dar (nach Otto in G. Carus' Erläuterungstafeln). *ls* Oberer Kehlkopf. *tr* Luftröhre. *li* Unterer Kehlkopf. *oe* Speiserohre. *p* Lunge. *v* Magen. *i* Därme. *rt* Mastdarm. *a* After. *r* Niere. *cla* Vorderes Schlüsselbein oder Gabelknochen. *clp* Hinteres Schlüsselbein. *st* Brustbein. *c* Rippen (nur an der zweiten ist der *Processus uncinatus* erhalten, an den andern, um nicht zu viele Theile damit zu decken, weggenommen). *p* Becken. *1* Erster Luftsack (roth). *1a* Lungenloch, die Luft der Lunge in ihn einführend. *1b* Oeffnung, welche aus diesem Luftsack in das pneumatische Oberarmbein führt. *2* Zweiter Luftsack (blau). *2a* Lungenloch, der daraus hervorkommende Pfeil zeigt die Ausdehnung nach unten. *3* Dritter Luftsack (roth). *3a* Lungenloch. *4* Vierter Luftsack (blau), derselbe ist eine Strecke weit eingeschnitten, so dass man die Niere und Därme entblösst sieht. *4a* Lungenloch. *4b* Oeffnung, durch welche dieser Luftsack mit dem pneumatischen Oberschenkelbein in Verbindung steht.

am Halse, theils im Thorax und Abdomen bis ins Becken hinab und stehen dieselben durch Verlängerungen mit den, sonst von Mark erfüllten, Hohlräumen der Knochen (mit dem Oberarme, Oberschenkel, Schultergürtel,

Beckengürtel, mit der Wirbelsäule und selbst mit dem Schädel) vielfach in Verbindung.

Dass diese Einrichtungen darauf berechnet sind, den Körper der Vögel beim Fliegen spezifisch leichter zu machen, unterliegt keinem Zweifel. Denn bei den besten Fliegern, wie z. B. den Fregattenvögeln *(Tachypetes)*, die 100 Meilen weit ohne Unterbrechung fliegen können, ist dieser Apparat am entwickeltsten und die Verbindung mit den Hohlräumen der Knochen auf das ganze Skelet ausgedehnt, während bei solchen, die schlecht oder gar nicht fliegen, wie bei den Straussen, Pinguinen u. a., die Verbindungen mit den Knochenhöhlen verkümmern oder ganz wegfallen. Allein es fragt sich sehr, ob dieser Apparat, dessen pneumatische Leistung ausser Zweifel steht, nicht noch eine andere Bedeutung hat. Wenn man erwägt, dass durch Füllung dieser Säcke mit atmosphärischer Luft die meisten Organe des Rumpfes von letzterer gleichsam umspült sind, so dürfte die Annahme nicht abzuweisen sein, dass die Luft nicht ohne Einfluss auf diese und das Blut bleibe, welches in den der Oberfläche der Organe nahe liegenden Gefässen enthalten ist. Eine auf diesem Wege erfolgende, wenn auch noch so schwache Wechselwirkung zwischen Luft, Körperorganen und Körperblut würde jedenfalls das Athembedürfniss während des Fliegens wesentlich vermindern, was den grössern Fliegern um so mehr zu Statten käme, als ohnehin ihre Brust wegen der Thätigkeit der Flügelmuskulatur während des Fluges nicht so erweitert werden kann, als ausser dem Fluge. Auch dürften sie wohl noch als Luftbehälter dienen, von deren Vorrath an Luft für die eigentliche Lungenathmung während des Fluges gezehrt werden kann.



**Fig. 129a.** Athmungsorgan v. *Proteus anguineus* grösstentheils nach Henle. *ltr Cartilago largego-trachealis*, *pa Processus arytenoideus*, *ptr Processus trachealis*. *P* Lungen. *P'* Blasenförmige Anhänge der verdünnten hinteren Enden der Lungen.

Letztere Bedeutung scheinen auch die hintersten, zellenlosen, blasigen Enden der Lungen der Schlangen zu haben. Sie sind auch Luftreservoire, in denen ein Vorrath von Respirationsluft angesammelt werden kann, von dem diese Thiere für die Unterhaltung der Athmung zehren können, wenn die Aufnahme von Luft von aussen etwa während der Aufnahme eines umfangreichen Bissens, dessen Hinunterwürgen oft Stunden in Anspruch nimmt, längere Zeit unterbrochen ist. Die Lungen des Proteus und anderer Perennibranchiaten tragen an ihrem hinteren Ende ebenfalls solche blasige Anhänge (Fig. 129a), die wohl gleiche Bestimmung haben.

## B. Luftathmungsapparate der wirbellosen Thiere.

### 1. Lungenartige Athmungsorgane der Wirbellosen.

Sackförmige Lungen mit einem respiratorischen Gefässnetz ausgerüstet, finden sich nur bei den Landschnecken und wenigen im Wasser lebenden Gasteropoden (Helix, Limax, Lymnaeus, Parmacella, Testacella, Planorbis u. a.).

Die Lunge ist hier ein mehr oder weniger geräumiger Sack, dessen Höhle — Lungenhöhle, Athemhöhle — nur eine Umwandlung der Mantelhöhle darstellt, am Vorderrücken liegt und durch ein contractiles Loch — Athemloch — nach aussen mündet. Das letztere pflegt in der Nähe des Kopfes neben dem After zu liegen und zwar bei rechts gewundenen auf der rechten Seite, bei links gewundenen links. Nur selten, wie bei Testacella und Vaginulus liegt das Athemloch am hintern Körperende. Die Innenfläche der Athemhöhle trägt ein zierliches, baumförmig verästeltes respiratorisches Gefässnetz.

Manche im Wasser lebende Gasteropoden (Onchidium, Ampullaria) athmen durch Lungen und Kiemen zugleich und erinnern in dieser Beziehung an die Perennibranchiaten unter den Amphibien und die Dipnoi unter den Fischen.

### 2. Luftathmungs-Gefässsystem.

Die Luftathmungsgefässe *(Tracheae)* spielen bei dem Athemprozesse eine von den lungenartigen Athmungsorganen ganz verschiedene Rolle.

Statt eine Athmungsfläche zu bilden, an welcher das sauerstoffbedürftige Körperblut vorbei geführt wird, um sich des in der Athmungsluft enthaltenen Sauerstoffes zu bemächtigen und darnach in den allgemeinen Kreislauf wieder zurückzukehren, stellen sie mit äusseren Zugängen — Athemlöcher *(Stigmata)* — versehene, baumartig sich verästelnde, elastische Röhren dar, die, wie Blutgefässe, an die verschiedenen Körpertheile sich verzweigen. Sie führen die von aussen durch die Athemlöcher aufgenommene atmosphärische Luft direkt zu den Organen, um sie unmittelbar mit diesen und dem in wandungslosen Bahnen dieselben umströmenden Blute in Wechselwirkung zu bringen.

Solche Luftathmungsgefässe besitzen nur die Arthropoden und zwar die Insekten, Myriapoden und Arachniden. Die Stigmen sind in der Regel paarig und zu beiden Seiten des Körpers in verschiedener Zahl (3 — 8 — 10 und noch mehr) gelagert. Sie können an jedem Körperabschnitte angelegt sein. Doch pflegen der Kopf, Metathorax und die Hinter-

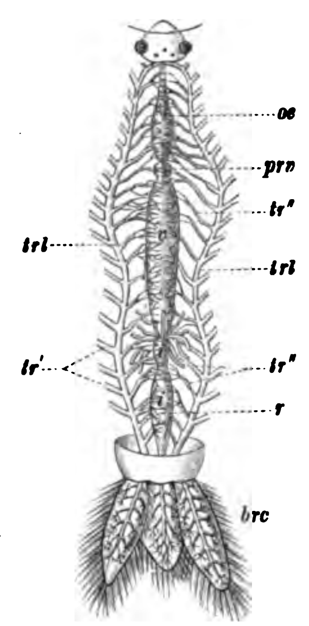



**Fig. 130.** Tracheen und Tracheenkiemen von der Wasserjungfer (*Agrion puella*). *oe* Oesophagus. *prv* Kaumagen. *v* Magen. *i* Darm. *r* Rectum. *trl* Tracheenlängsstämme an den beiden Seiten. *tr'* Abgeschnittene Tracheen, welche aus den seitlichen Tracheenkiemen kommen. *tr''* Tracheen, an dem Nahrungsschlauch sich verästelnd. *brc* Tracheenkiemen des Schwanzes, aus denen Tracheen kommen, welche in das hintere Ende der lateralen Längsstämme einführen. (Nach Léon Dufour.)

leibsspitze keine Stigmen zu tragen. Von jedem Stigma, dessen Verschluss durch Klappenvorrichtungen geregelt wird, geht ein Tracheenstamm aus, der mehr oder weniger bald in Aeste und Zweige sich theilt, welche schliesslich in ein, die Organe umgreifendes, feines Netz übergehen. Die Tracheenstämme beider Seiten pflegen durch Queranastomosen mit einander verbunden zu sein. Auch in der Längsrichtung treten zwischen den einzelnen Tracheenstämmen Anastomosen auf. Erlangen diese ein gewisses Uebergewicht, so entwickeln sich daraus zwei grosse Tracheenstämme, welche den Körper beiderseits in seiner Längsrichtung durchziehen (Fig. 130 *ltr*).

Bei vielen Insekten, die sich durch ein vorzügliches Flugvermögen auszeichnen, findet man an den Tracheenverästelungen mehr oder weniger zahlreiche blasige, mit Luft erfüllbare Säckchen anhängen (Fig. 131), die mitunter äusserst zahlreich (z. B. bei den Maikäfern) und, gleich den Luftsäcken der Vögel, darauf berechnet sind, den Körper während des Fluges specifisch leichter zu machen. Oft sind sie weniger zahlreich, dann aber um so grösser, wie man dies bei Schmetterlingen, Hymenopteren findet. Bei Dipteren ist

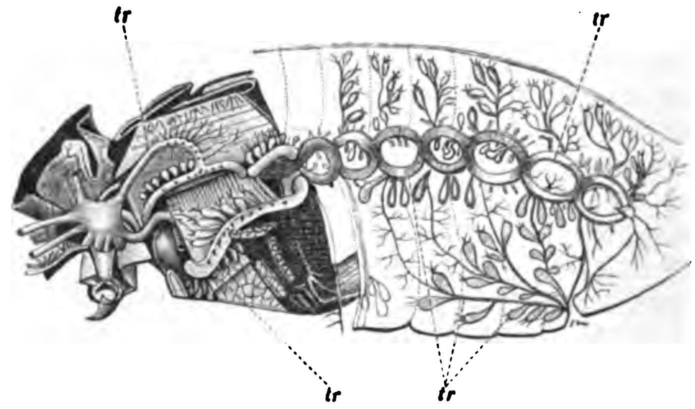



**Fig. 131.** Tracheen (*tr*) mit beutelförmigen häutigen Anhängen vom Maikäfer (*Melolontha vulgaris*). (Nach Strauss-Dürkheim).

häufig nur ein Paar solcher Luftbehälter vorhanden, aber so ausserordentlich gross, dass es den grössten Theil der Abdominalhöhle einnimmt.

Nicht überall führen zu den Tracheenstämmen von aussen Stigmen. Es gibt bei Insekten, welche im Wasser leben, Fälle, wo die Tracheenstämme, die von den Stigmen sonst ausgehen, sowohl central als auch peripherisch, also nach zwei entgegengesetzten Richtungen hin, sich verzweigen, ohne irgendwo nach aussen sich zu öffnen, um von da Luft aufnehmen zu können. Da nun diese Tracheen dennoch Luft führen, so müssen sie diese durch Absorption der im Wasser enthaltenen gewinnen und sie im Körper sodann verbreiten. So vermitteln äussere blättchen- oder borstenförmige Anhänge des Körpers, in denen die Tracheen ihre Wurzeln nehmen (Fig. 130, 132) die Absorption der in Wasser enthaltenen Luft — daher Tracheenkiemen genannt —, um sie durch die Tracheenstämme nach den Körperorganen zu führen, wie dies besonders bei den Larven der Ephemeriden u. a. der Fall ist. Diese kiemenartigen Bildungen können auch im Innern des Körpers, im Mastdarme auftreten. Zum Behufe der zu absorbirenden Luft wird dann fortwährend, in regelmässigen Abständen, Wasser in den Mastdarm eingepumpt und nach Bespülung dieser Mastdarmkiemen (Fig. 133) wieder nach aussen entlassen. Solche innere Tracheenkiemen finden sich namentlich bei den Larven der Libellen (z. B. Aeschna grandis u. a.).

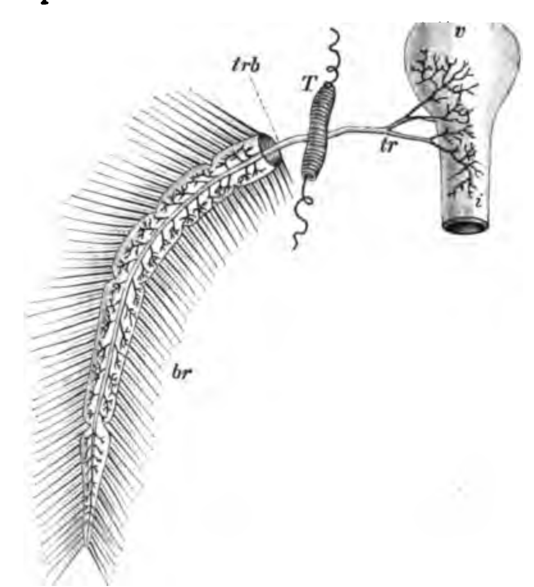



Fig. 132. Tracheenkiemen von der Schlammfliege (*Sialis lutorius*). *v* Magen. *i* Darm. *T* Tracheenstamm. *br* Tracheenkiemen. *trb* Trachee, welche aus der vorhergehenden ihre Wurzeln nimmt und in den Hauptstamm (*T*) sich einsenkt. *tr* Trachee, welche aus dem Stamme hervorkommt und am Nahrungsschlauch sich verästelt (Nach Léon Dufour.)

Die geschilderten Einrichtungen sind indess nicht die einzigen, welche Wasserinsekten die Luftrespiration ermöglichen. Dieselbe wird auch dadurch ermöglicht, dass die Thiere entweder, wie z. B. die Wasserkäfer, über den Wasserspiegel sich erheben, um unter ihre Flügeldecken, unter denen die Stigmata sich befinden, Athmungsluft aufzunehmen und damit wieder im Wasser verschwinden, oder, wie manche Hemipteren u. a., besondere Athemröhren, die am Hinterleibsende sitzen, über den Wasser-

spiegel herausstrecken und damit Luft aufnehmen, welche von da in die lateralen Tracheenstämme eingeführt und durch diese in den Körper verbreitet wird.

Bei manchen Insekten, wohin die Phryganeen und viele Tipuliden gehören, fehlen indess derartige, sowohl äussere, wie innere Kiemenbildungen gänzlich und wird die Absorption von Luft durch die ganze äussere Körperoberfläche vermittelt, unter welcher, statt in Kiemen, die Wurzeln der Tracheen verbreitet sind.

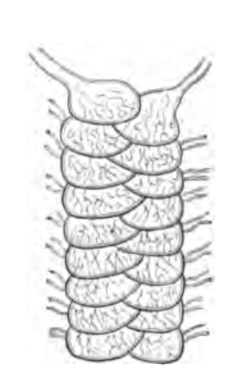


**Fig. 133.** Zwei Reihen blättchenförmiger Tracheenkiemen aus dem Rectum der Wassernymphe (*Aeschna grandis*).

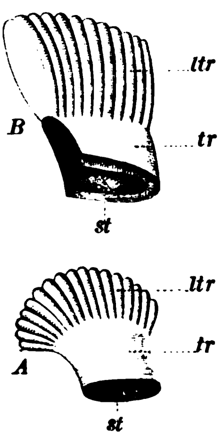



**Fig. 134.** Sogen. Lunge bei den Skorpionen (nach J. Müller). *A* Im aufgeblasenen Zustande. *B* Im Durchschnitt. *st* Aeusserer Zugang, Stigma. *tr* Der sackartige Theil der Trachee. *ltr* Die Fächerplatten, die auf dem vorhergehenden aufsitzen.

Bei den meisten Arachniden, besonders den Spinnen und Scorpioniden, erleiden die Tracheen wesentliche Abänderungen, indem, statt einer gefässartigen Verzweigung derselben im Körper, jeder von einem Stigma (Fig. 88 *st*) ausgehende Stamm nach kurzem Laufe in eine Anzahl kurzer, aber sehr breiter blattartiger Zweige sich theilt, die wie die Blätter eines Buches an einander liegen (Fig. 134) und sich ausnehmen, wie wenn sie Lungenzellen ähnliche Ausbuchtungen eines kurzen, häutigen Säckchens oder einer Blase wären. Daher man sie früher als Lungen von den Tracheen unterschieden hat. Wenn nun auch sie als wirkliche Lungenbildungen nicht aufgefasst werden können, da ihnen das respiratorische Gefässnetz mangelt, so stellen sie doch Tracheenformationen dar, die den Uebergang zu den Lungenbildungen abgeben.

## C. Wasserathmungsapparat der Wirbelthiere.

### 1. Kiemenapparat der Fische.*)

#### a. Der Knochenfische.

Derselbe besteht aus:

1) den Kiemen *(Branchiae)* und

2) aus einem dieselben tragenden Stützapparat. Den wichtigsten Theil dieses letzteren Gerüstes, das später bei dem Eingeweideskelet näher betrachtet werden wird, bilden Bogen — Kiemenbogen (*Arcus branchiales*) —, welche beiderseits den Ausgang der Mundhöhle umlagern (Fig. 7 *ab*), ihre Concavität nach letzterer richten, die Convexität, auf welcher die Kiemen (Fig. 7 *br*) aufsitzen, nach aussen kehren. Sie werden von einem theils knöchernen, theils häutigen Deckapparat, dem sog. Kiemendeckel (Fig. 7 *o*) und der sog. Kiemenhaut *(Membrana branchiostega)* derart überdeckt, dass die von ihnen getragenen Kiemen, statt nackt nach aussen gekehrt zu sein, in eine Höhle — Kiemenhöhle (*cbr*) — zu liegen kommen. Durch einen grossen Spalt — äussere Kiemenspalte — mündet sie nach aussen (*rbe*), während nach der Mundhöhle hin sie fünf spaltförmige Ausgänge hat, nämlich die zwischen den Kiemenbogen liegenden inneren Kiemenspalten (*rbi*). Durch letztere tritt das zur Athmung dienende Wasser, das durch die Mundhöhle von aussen aufgenommen wird, in die Kiemenhöhle ein, bespült die Kiemen und wird dann durch die äussere Kiemenspalte nach aussen wieder entlassen.

Während die inneren Kiemenspalten wenig Verschiedenheiten darbieten, höchstens dass dieselben bei manchen Fischen durch den Besatz mit Stacheln, Borsten u. dgl. (Fig. 7 *ab*) gegen den Durchtritt von Nahrungsmitteln einen gitterartigen Verschluss erhalten, — so zeigt die äussere Kiemenspalte insoweit Verschiedenheiten, als sie bei manchen Fischen sich sehr verengt, wie z. B. bei den Aalen, Sygnathus, Mormyrus u. a. Dies befähigt die Thiere, das Athmungswasser in der Kiemenhöhle länger zurückzuhalten, wesshalb solche auch ausserhalb des Wassers länger verweilen können, ohne dass die Kiemen durch Eintrocknen zu rasch funktionsunfähig werden. Bei Symbranchus sind die beiden Kiemenspalten zu einer gemeinsamen, unter der Kehle liegenden, Oeffnung zusammengeflossen.

Was den Bau der Kiemen anbelangt, so bestehen dieselben 1) aus

*) Ausser den Fischen sind, wie oben schon angegeben wurde, auch die Perennibranchiaten und Batrachierlarven noch mit Kiemen versehen. Allein wenn auch diese in Form und Lagerung von den Kiemen der Fische mehr oder weniger abweichen, so kommen sie jedoch in allem Wesentlichen mit denen der Fische, besonders darin überein, dass sie die Träger eines ganz ähnlichen respiratorischen Gefässnetzes sind. Daher es wohl genügen wird, ihrer hier nur Erwähnung gethan zu haben.

einer doppelten Reihe zarter, schmaler, dreieckiger, spitz auslaufender Knorpelblättchen oder Stäbchen; 2) einem zarthäutigen, von der Schleimhaut gebildeten Ueberzug derselben, und 3) aus dem von den Arteriae und Venae branchiales gebildeten respiratorischen Gefässnetze. Zu jedem Blättchen (Fig. 135) tritt ein Zweig der in der äusseren Rinne der Kiemenbogen laufenden Kiemenarterie (Fig. 135*ab*), der sich daran zu einem Capillarnetz — respiratorisches Gefässnetz — auflöst. Auf der entgegengesetzten Seite kommt wieder ein entsprechender Zweig der Kiemenvene, welche gleichfalls in der Rinne des Kiemenbogens liegt, hervor (*vb*).

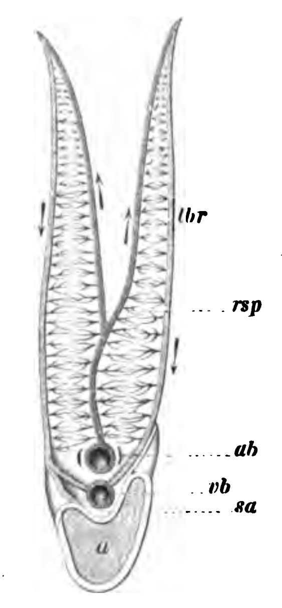



**Fig. 135.** Darstellung der Kiemengefässe auf den Kiemenblättchen (*lbr*) (nach Cuvier, Hist. nat. des poissons, Planch. VIII). *a* Durchschnitt des knöchernen Kiemenbogens. *ab Arteria branchialis*. *rsp* Respiratorisches Gefässnetz. *vb Vena branchialis*.

Diese Anordnung zeigen die Kiemen bei den meisten Knochenfischen. Indess gibt es darunter doch manche, deren Kiemenapparat die eine oder andere Abänderung erlitt, indem entweder die Kiemenbogen nur einfache Blättchenreihen tragen, wie bei Scarus, Scorpaena, Polypterus u. a., oder die Zahl der Kiemen sich verändert. In der Regel besitzen die Knochenfische 4 Kiemen auf jeder Seite. Diese Zahl kann dadurch vermehrt werden, dass an der Innenfläche des Kiemendeckels eine sog. Nebenkieme (Kiemendeckel-Kieme) noch hinzutritt, wie dies beim Stör, bei Lepidosteus u. a. gefunden wird, — oder die Zahl der Kiemen vermindert sich, so dass statt 4 nur $3^1/_2$—3 oder $2^1/_2$—2 Kiemen vorhanden sein können. So finden sich bei den Labroiden u. a. $3^1/_2$, bei Diodon und Tetrodon, Lophius, Tribranchus u. a. 3 Kiemen, und bei Amphipnaus selbst nur 2 Kiemen vor.

Bei Plagiostomen und manchen Knochenfischen, auch einigen Ganoiden kommen accessorische, kiemenähnliche Bildungen — Pseudobranchien genannt — vor, welche an der oberen Wand der Kiemenhöhle sitzen, aber kein respiratorisches Gefässnetz tragen. Sie dienen wohl dazu, die Kiemen feucht zu halten.

Bei Fischen, welche längere Zeit ausserhalb des Wassers, auf dem Lande, zu verweilen pflegen, wie bei Anabas, Osphromenus u. a. treten noch accessorische Bildungen auf, die aus einer, dem Siebbeinlabyrinth ähnlichen Umgestaltung der Schlundknochen hervorgehen. Sie befähigen die Thiere durch Zurückhaltung des Wassers die Kiemen befeuchtet zu halten. Indess unterscheiden sie sich darin von den Pseudobranchien, dass

sie ein respiratorisches Gefässnetz tragen und sonach eine Art Nebenkiemen darstellen.

### b. Kiemenapparat der Plagiostomen.

Die Stellung, welche die Kiemen bei den Knochenfischen einnehmen, die Richtung ihrer Spitzen nach der äusseren Kiemenspalte und die Trennung der Kiemenblättchen von einander, wodurch sie allseitig von Wasser bespült werden können, ist berechnet auf eine Strömung des Wassers von der Mundhöhle nach der Kiemenhöhle, und auf Austritt desselben durch die äussere Kiemenspalte. (Fig. 136.) Die Strömung des Athmungswassers in umgekehrter Richtung würde die Kiemen in Unordnung bringen. Daher müssen auch die Kiemen da, wo die Strömung in umgekehrter Richtung bisweilen oder immer erfolgt, eine Anordnung erhalten, welche sie vor ungeeigneter Lagerung und Stellung schützt. Dies ist bei Plagiostomen und Cyclostomen der Fall.

Bei den Plagiostomen (Fig. 137) wird, wie bei den Knochenfischen, die hintere Mundhöhle zu beiden Seiten von 4 Kiemenbogen (*a*) umlagert,

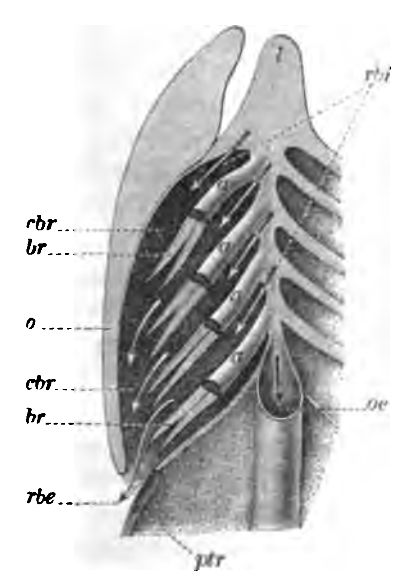



**Fig. 136.** Horizontaler Durchschnitt der Mund- und Kiemenhöhle eines Knochenfisches. *l* Zunge. *a* Untere Hälften der Kiemenbogen. *rbi* Innere Kiemenspalten. *br* Doppelte Blättchen der Kiemen, auf der Aussenseite der Kiemenbogen aufsitzend. *cbr* Kiemenhohle. *o* Kiemendeckel. *rbe* Aeussere Kiemenspalten. *oe* Oesophagus, *ptr* Wand der Rumpfhöhle.

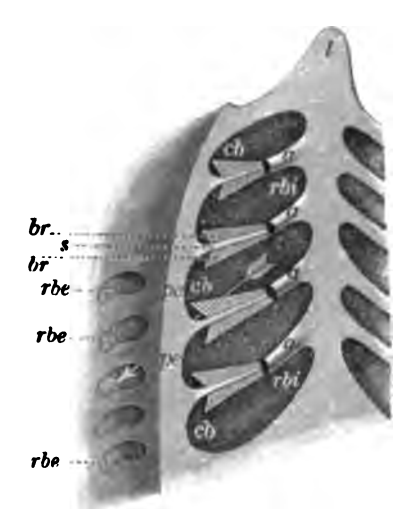



**Fig. 137.** Untere Hälfte eines schematischen Horizontaldurchschnittes der Mundhöhle eines Plagiostomen. *l* Zunge. *a* Untere Hälfte der durchschnittenen Kiemenbogen. *rbi* Innere Kiemenspalte. *cb* Fünf Kiemenhöhlen. *br* Die auf der Aussenseite der knorpeligen Kiemenbogen aufsitzenden doppelten blätterreichen Kiemen. *s* Häutige Septa. *rbe* Aeussere Kiemenspalten, von denen je eine in eine der fünf gesonderten Kiemenhöhlen führt.

die auch einem, dem Kiemengerüste der letzteren ähnlichen, knorpeligen Stützapparate angehören. Zwischen denselben führen, wie bei jenen, 5

innere Kiemenspalten (*rbi*) zu den Kiemen. Zwischen den doppelten Kiemenblättchenreihen erhebt sich von jedem Kiemenbogen eine häutige Platte (*s*), an deren beiden Seiten die Kiemenblättchen (*br*) angewachsen sind. Als ein häutiges Septum zieht sich dieselbe zur äusseren Wand (*pe*) der Kiemenhöhle, so dass diese dadurch in 5 Säcke oder Höhlen (*cb*) getrennt wird, von denen jede ihre besondere Ausmündung nach aussen hat, demnach 5 äussere Kiemenspalten, statt einer, vorhanden sind (*rbe*). Dadurch nun, dass die Kiemenblättchenreihen an den, die 5 Fächer scheidenden Septa angewachsen sind, werden die Kiemen geschützt gegen jede Unordnung, in welche sie sonst bei entgegengesetzter Strömung des Respirationswassers gerathen könnten. Das Wasser mag nun die Kiemenhöhlen von innen nach aussen oder von aussen nach innen durchströmen, die Stellung und Lage der Kiemenblättchen bleibt immer dieselbe, sie bleiben dem Respirationsmedium stets gleich zugänglich.

### c. Kiemenapparat der Cyclostomen.

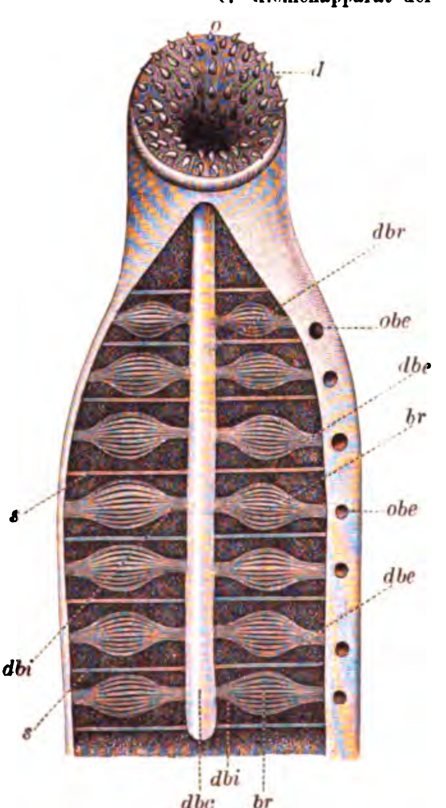



**Fig. 138.** Kiemenapparat bei *Petromyzon marinus*. *o* Saugmund. *d* Hornzähne desselben, welche von entsprechend gestalteten Papillen der Schleimhaut getragen werden. *dbc Duct. branch. communis*. *dbi Duct. branch. interni*. *dbe Duct. branch. externi*. *br* Beutelförmige Kiemen. *s* Häutige Septa dazwischen. *obe* Aeussere Kiemenöffnungen.

Bei den Cyclostomen hat der Kiemenapparat eine Einrichtung, welcher ein ganz anderer Plan zu Grunde zu liegen scheint, als bei den anderen Fischen. Die Kiemen stellen jederseits 6 — 7 gefaltete häutige Beutel — Kiemenbeutel — dar (Fig. 138 *br*), welche nicht, wie die Kiemenfächer der Plagiostomen, durch innere Kiemenspalten in die Mundhöhle führen, sondern durch enge, kurze, häutige Gänge, innere Kiemengänge *(Ductus branchiales interni)* (*dbi*) entweder in die Speiseröhre einmünden (Myxinoiden) (Fig. 139) oder in einen unter der Speiseröhre liegenden, rückwärts blind geschlossenen häutigen Kanal — den gemeinsamen inneren Kiemengang

(*Ductus branchialis communis*) (Fig. 138 *dbc*) führen, der vorwärts in die Mundhöhle übergeht und an seiner Mündung daselbst eine Klappenvorrichtung besitzt. Wie nach innen, so führen auch häutige Gänge, — äussere Kiemengänge (*dbe*) (*Ductus branchiales externi*) — nach aussen, die entweder, wie bei den Petromizonten getrennt, an den Seiten des Körpers ausmünden (Fig. 138) oder wie bei den Myxinoiden (Fig. 139), nach hinten in einen gemeinsamen Kanal, — den gemeinsamen äusseren Kiemengang — der an der ventralen Seite des Körpers nach aussen mündet, zusammenführen.

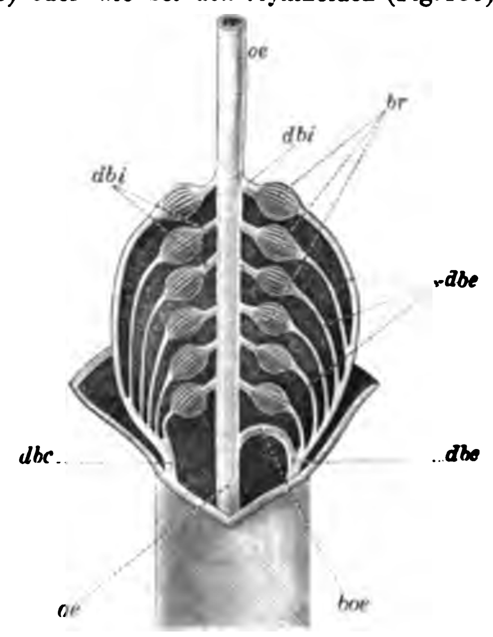



Fig. 139. Kiemenapparat bei *Myxine* (nach J. Müller). *oe* Oesophagus. *dbi Ductus branchiales interni.* *br* Beutelförmige Kiemen. *dbe Ductus branchiales externi.* *dbc Ductus branchialis communis.* *boe Ductus broncho-oesophageus.*

So wie die Kiemen sich ganz abweichend verhalten, ist auch das Kiemengerüst verändert. Die Kiemenbogen fehlen und stellt das ganze Gerüst nur einen aus verschiedenen gestellten Knorpelstäben gebildeten Korb dar, welcher seitlich die äusseren Kiemenöffnungen trägt und den ganzen Kiemenapparat umschliesst.

Wenn nun auch der Kiemenkorb eine sehr abweichende Einrichtung darstellt und eine Zurückführung desselben auf das Kiemengerüst der Knochen- und Knorpelfische bis jetzt nicht möglich erscheint, so lässt sich doch leichter ein Verständniss für die Anordnung der Kiemen gewinnen, die sich immerhin auf die der Plagiostomen und Knochenfische zurückführen lassen.

Man denke sich die Kiemenblättchen der Plagiostomen (Fig. 140 *br*) zu einer in derselben Ebene liegenden gefalteten Membran verbunden, und diese mit derjenigen vereinigt, welche auf gleiche Weise an der gegenüberstehenden Wand der Kiemenhöhle liegt, so würde dadurch ein Sack oder Beutel zu Stande kommen, welcher den Kiemenbeuteln der Cyclostomen (Fig. 141 *br*) nicht unähnlich wäre. Dass in solchem Falle es der Stütze der Kiemenbogen nicht mehr bedarf, ist begreiflich; daher der Mangel derselben bei den Cyclostomen erklärlich ist. Aber auch der Stütze, welche die häutigen Septa (Fig. 140*s*) bei den Plagiostomen den

angewachsenen Kiemenblättchenreihen gewährten, bedurfte es hier nicht mehr, wo die sämmtlichen in einer Höhle befindlichen Kiemenblättchen zu einem Beutel mit einander sich verbanden. Daher lösten sich die Kiemen bei

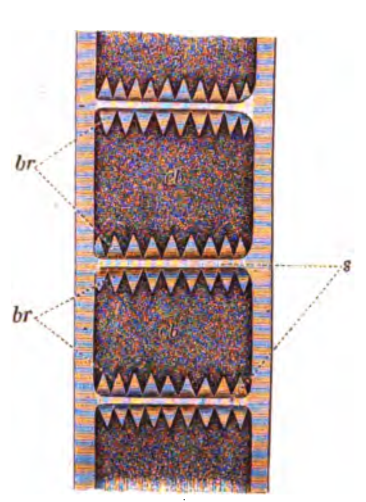



**Fig. 140.** Schematische Querschnitte einiger Kiemenhöhlen bei Plagiostomen. *br* Kiemenblättchen. *cb* Kiemenhöhlen. *s* Häutige Septa zwischen denselben.

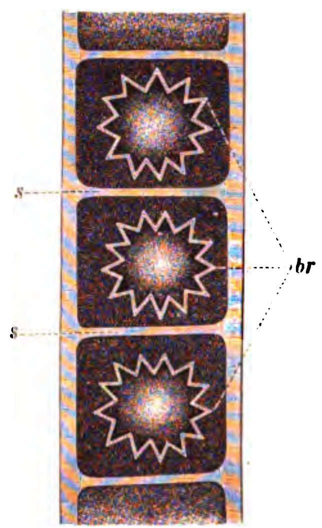



**Fig. 141.** Schematischer Querdurchschnitt der Kiemen bei den Cyclostomen. *br* Kiemen. *s* Septa zwischen denselben.

den Cyclostomen von den häutigen Septa wieder los. Letztere selbst wurden dünn und schwächlich, kaum noch genügend, um eine Trennung in Fächer anzudeuten.

d. Kiemenapparat bei Amphioxus lanceolatus.

Dieser Kiemenapparat ist nach einem von dem der übrigen Fische abweichenden Plane angelegt. Er wird aus einem häutigen Schlauche — Kiemenschlauch — (Fig. 142) gebildet, in den vorn die Mundöffnung leitet, hinten die Speiseröhre aus ihm entspringt und seitlich von zahl-

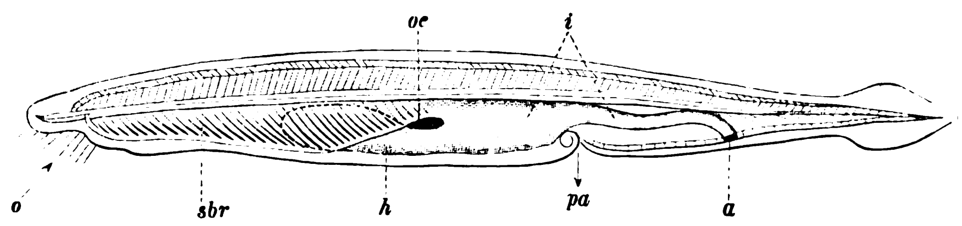



**Fig. 142.** Athmungs- und Verdauungsapparat von *Amphioxus lanceolatus*. *o* Mundöffnung. *sbr* Kiemensack, seitlich von den Kiemenspalten durchbrochen. *oe* Oesophagus. *i* *Tractus intestinalis*. *h* Blinddarmförmiger Anhang, die sog. Leber. *a* After. *pa* *Porus abdominalis*.

reichen senkrechten Spalten durchbrochen ist, die durch Knorpelstäbchen, welche die Kiemengefässe tragen, ausgespannt gehalten werden. Durch diese tritt das durch den Mund aufgenommene Athmungswasser in die

Bauchhöhle hinaus, um von hier durch eine vor dem After gelegene Oeffnung, den Porus abdominalis, wieder nach aussen entlassen zu werden.

Dieser Kiemenapparat hat, anstatt sich an den der übrigen Wirbelthiere anzuschliessen, mehr Aehnlichkeit mit dem mancher Wirbellosen, namentlich mit dem der Ascidien unter den Mollusken.

## Schwimmblase.

Fischer, Untersuchungen über die Schwimmblase der Fische. 1795. — v. d. Hoeven, Ueber die zellige Schwimmblase d. Lepidosteus, in Müller's Archiv 1841, S. 22. — Jacobi, De vesica aerea piscium 1840. — Leydig, Lehrbuch der Histologie. 1857. S. 375. — J. Müller, über die Eingeweide der Fische, in den Abhandlungen der Berliner Academie. 1843. S. 109. — Derselbe, in dessen Archiv. 1842. S. 307. — Rathke, Anatomie der Fische, in Müller's Archiv. 1838. S. 361.

Beim Luftathmungsapparat wurde oben schon des Vorkommens von Lungen auch bei einer Ordnung der Fische (Dipnoi) gedacht. Eigentlich besitzen alle Fische die erste Anlage zu Lungen, die sich, wie bei allen Wirbelthieren, aus den Speisewegen hervor entwickelt, aber nur bei den Dipnoi zur Ausbildung eines Luftathmungsapparates gelangt, während sie bei andern Fischen entweder wieder untergeht oder, wo sie als häutige Blase erhalten bleibt, zu anderen, als Athmungszwecken, verwendet wird. So geht aus dieser persistirenden Lungenanlage namentlich die sog. Schwimmblase (*Vesica natatoria*), eine mit Luft gefüllte, verschieden geformte Blase hervor, welche morphologisch den Lungen gleich bedeutend ist, auch

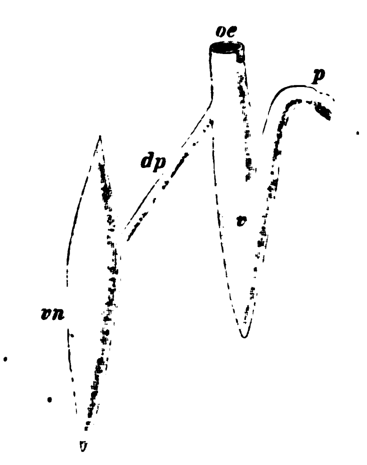



Fig. 143. Schwimmblase (*vn*) von *Muraena anguilla*. *dp* *Ductus pneumaticus*. *oe* Oesophagus. *v* Magen. *p* Pylorus.



Fig. 143a. Schwimmblase v. *Corvina lobata* mit zahlreichen verästelt. Anhängen (nach Cuvier).

bei manchen Fischen (Physostomi) noch mit den Speisewegen durch einen Gang — Luftgang (*Ductus pneumaticus*) in Verbindung sich befindet (Fig. 143),

aber mit der Athemthätigkeit in keinerlei Beziehung steht, vielmehr einen hydrostatischen Apparat darstellt, der das Auf- und Niedersteigen der Thiere im Wasser erleichtern und regeln soll. In ihrer Wandung führt sie Muskelfasern, durch deren Contraction sowohl, als auch durch die Thätigkeit der umgebenden Rumpfmuskulatur, ihr Umfang verkleinert und das specifische Körpergewicht vermehrt, im umgekehrten Falle aber vermindert werden kann. In dieser Beziehung erinnert die Schwimmblase sehr an die bei Vögeln zu ähnlichem Zwecke angelegten Luftsäcke.

Die Form der Schwimmblase ist sehr verschieden. Meistens hat sie eine längliche Gestalt; oft ist sie in der Mitte eingeschnürt, wie z. B. bei den Cyprinoiden, überhaupt bei solchen Fischen, bei welchen sie durch sog. Gehörknochen mit dem Labyrinth verbunden ist. Bisweilen erhält sie durch zahlreiche zellige Anhänge (Fig. 143a) Aehnlichkeit mit einfachen Lungenformen. Daher man auch schon oft sie für eine wirkliche Lunge ansprach, von der sie aber dadurch verschieden bleibt, dass sie niemals ein respiratorisches Gefässnetz trägt und ihre Arterien stets aus der Aorta empfängt.

Die Schwimmblase fehlt den Leptocardiern, Cyclostomen und Plagiostomen, während die Knochenfische sie zu haben pflegen, obschon auch hier der Fall nicht selten ist, dass einzelne Arten sie haben, während anderen sie wieder fehlt.

## D. Wasserathmungsorgane der wirbellosen Thiere.

Wie die Wirbelthiere grösstentheils Luftthiere und desshalb vorwiegend Luftathmer sind, so sind die Wirbellosen grösstentheils Wasserthiere und daher auch mit Ausnahme jener, die wir früher schon als Luftathmer bezeichneten, auf Wasserathmung angewiesen. Dass alle Wirbellose, mit Ausnahme der als Parasiten im Leibe anderer Thiere lebenden, ein Athembedürfniss haben, darüber kann um so weniger Zweifel obwalten, als selbst auch die pflanzlichen Organismen desselben nicht zu entbehren vermögen. Und doch sind besondere Athemorgane nicht bei allen Wirbellosen zu finden. Denn bei vielen vertritt die ganze äussere Körperoberfäche die Stelle eines Athemorganes, indem sie den nöthigen Gasaustausch zwischen dem umgebenden Medium und der die Körpersubstanz tränkenden Nährflüssigkeit vermittelt, wie dies bei vielen Würmern (Strudelwürmern, Hirudineen, Lumbricinen, Rotatorien), den Coelenteraten und Protozoen der Fall ist.

Wo aber die äussere Körperbedeckung die hierzu erforderliche Zartheit und Weichheit nicht besitzt, oder wo das vorhandene Athembedürfniss zu gross ist, als dass es auf diesem Wege allein genügend befriedigt werden könnte, da sehen wir erst besondere Vorrichtungen auftreten. Diese bestehen bald nur einfach in Oeffnungen oder verästelten Röhren,

welche von aussen in die Leibeshöhle führen und das umgebende Athmungswasser in letztere einleiten, um es mit der allgemeinen Nährflüssigkeit und den Leibesorganen in unmittelbare Berührung und Wechselwirkung zu bringen — Wassergefässsystem — bald aber, und das ist die Regel, in Kiemen oder kiemenähnlichen Organen, welche den Einrichtungen völlig ähnlich sind, die zu gleichem Zwecke schon bei den Wirbelthieren für Wasserathmung Anwendung fanden.

### 1. Kiemenapparate oder kiemenähnliche Athemorgane der Wirbellosen.

#### a. Kiemenapparate der Crustaceen.

Mit Ausnahme der Myriapoden und einiger Landisopoden, welche Luftathmer entweder ausschliesslich oder, wie die letzteren, doch vorzugsweise sind, — besitzen die übrigen Crustaceen mehr oder weniger entwickelte Kiemen oder kiemenähnliche Bildungen, welche paarige Körperanhänge darstellen, und bald als umgewandelte Gliedmaassen, bald als Anhangsgebilde dieser erscheinen. Selbst auch da, wo sie als ganz selbstständige Gebilde auftreten, haben sie doch ihre Lage in der Nähe der Basis der Füsse. Die Formen der Kiemen sind zwar äusserst mannigfaltig und verschieden, indem die einen einfache blatt-, lanzett-, birnförmige u. dgl. Körperanhänge sind, die anderen nach Art der Wirbelthierkiemen zusammengesetzt sind. — Allein im Grundplane stimmen doch alle insofern mit einander überein, als sämmtliche eine Athemfläche bilden, die aussen vom Wasser bespült wird, während respiratorische Blutbahnen sie innen durchziehen.

Bei den niedern Formen der Crustaceen stellen die Kiemen mehr freie Körperanhänge dar, während bei den höheren, so namentlich bei den Decapoden, dieselben in eine Höhle — Kiemenhöhle — eingelegt sind. Diese wird dadurch gebildet, dass die Seitenränder des Rückenschildes, wie ein Gewölbe, über die Kiemen sich legen, welche über der Basis der Füsse zu sitzen pflegen. Durch festes Anschliessen dieses Deckels an die Seite des Körpers kann diese Höhle bis auf zwei Oeffnungen geschlossen werden, von denen die eine vorn neben den Beikiefern, die andere hinten an der Basis der Füsse als eine weite Spalte erscheint. Bei den Krabben ist dieser Abschluss der Kiemenhöhle noch vollständiger und liegt die vordere Oeffnung vorn neben dem Munde, die hintere vor dem ersten Fusspaar (Fig. 144). Die Abschliessbarkeit dieser Höhle und die hierdurch ermöglichte Zurückhaltung von Athmungswasser, befähigt die Krebse, einige Zeit auf dem Lande zu verweilen. Die Strömung des Wassers durch die Kiemenhöhle pflegt bei rückgängiger Bewegungsweise von hinten nach vorn zu erfolgen.

Um das in der letzteren befindliche Wasser in fortdauernder Bewe-

gung zu erhalten, ist, namentlich bei den kurzschwänzigen Krebsen, noch ein besonderes Strudelwerkzeug eingelegt, welches als eine Art Peitsche — *Flagellum* — an das hinterste Kiefernpaar befestigt ist und durch diese über den Kiemen in beständiger Bewegung gehalten wird (Fig. 144 *fl*).

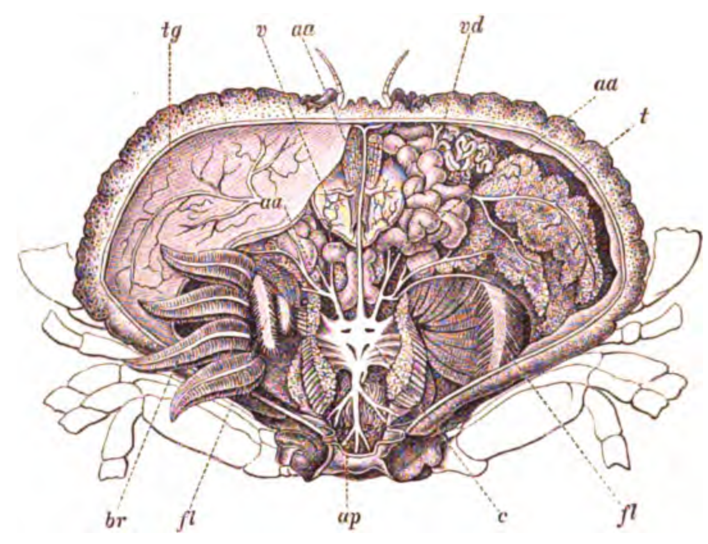



**Fig. 144.** Gefässsystem und Kiemen eines Taschenkrebses (nach Milne Edwards in Cuvier's Règne animal). *c* Herz mit 4 Spaltöffnungen (*Ostia atrio-ventriculares*) für den Eintritt des zurückkehrenden Blutes. *aa* Drei nach vorn ausgehende Arterien für die Augen, Antennen und im vorderen Theil des Leibes liegenden Organe. *ap* Eine rückwärts aus dem Herzen abgehende Arterie, *Aorta posterior*, zu den hinteren Körpertheilen gehend. *br* Kiemen, rechts in der Lage gelassen, links zurückgeschlagen. *fl* Flagellum. *t* Hoden. *vd* Ausführungsgang. *v* Magen. *tg* Bedeckung, welche nach Wegnahme der Schale zurückblieb und die untenliegenden Organe bedeckte.

Die Form der Kiemen ist verschieden, oft, wie bei den Decapoden, pyramidal mit mittlerem Schafte, der eine Vene und Arterie enthält und doppelseitige Reihen dreieckiger Blättchen trägt. In anderen Fällen stellen sie Büschel dar, welche durch kammartig geordnete, doppelseitig oder einseitig an einem Schafte befestigte Fäden u. dgl. zusammengesetzt werden.

### b. Kiemenapparat der Würmer.

Obschon alle Würmer wegen ihres Aufenthaltes in Wasser oder in feuchten Medien auf Wasserathmung angewiesen sind, entbehren doch die meisten besonderer Wasserathmungsorgane, namentlich aber der Kiemen. Denn bei der meistens trägen Körperbewegung haben diese Geschöpfe ein überhaupt nur schwaches Athembedürfniss und die als Parasiten im Leibe anderer Thiere lebenden Eingeweidewürmer, besonders die in Organen eingenisteten, ermangeln eines solchen wohl gänzlich, da sie von ihrem Wirthe, der sie beherbergt, schon geathmete Nährflüssigkeit beziehen.

Bei den meisten freilebenden Würmern wird das vorhandene Athembedürfniss durch die Athemfunction der äusseren Körperhaut, die gewöhnlich

sehr dünn, zart und weich ist, schon befriedigt, wie dies bei den Strudelwürmern, deren äussere Körperoberfläche zur genügenden Erneuerung des sie bespülenden Wassers mit lebhaft schwingenden Wimpern besetzt ist, – ferner bei den Rotatorien und manchen Ringelwürmern (Hirudineen, Lumbricinen) der Fall ist.

Manche Würmer (einige Ringelwürmer, Rotatorien) nehmen Athmungswasser in ihre Leibeshöhle auf oder besitzen selbst ein Wassergefässsystem, das durch Einfuhr des Wassers in den Körper dem Athemzwecke dient, obschon in vielen derartigen Fällen die excretorische Function dieser Wassergefässe die vorwiegende, bei manchen selbst die ausschliessliche Bestimmung zu sein scheint.

Mit wirklichen Kiemen sind unter den Würmern nur die Ringelwürmer ausgerüstet und diese nicht einmal alle, indem nur diejenigen solche besitzen, deren Körperhaut dem Zweck der Athmung nicht mehr genügen kann, sei es, dass sie zu dick oder sonst verändert worden oder dass der Thierkörper in eine röhrige Hülle eingesteckt ist, aus der nur das Kopfende des Leibes hervorsieht. Im letzteren Falle ist dieses Kopfende mit verschiedenartigen tentakelförmigen oder verästelten Anhängen besetzt, welche als Kiemen fungiren — Kopfkiemer *(Capitibranchiata)*. Im andern Falle aber, welcher die freilebenden Würmer betrifft, fungiren als Kiemen paarige, blattförmige, denditrische oder gefiederte Körperanhänge, welche über einen grösseren oder kleineren Theil des Rückens verbreitet sind oder den dorsalen Fussstummeln aufsitzen — Rückenkiemer *(Dorsibranchiata)* (Fig. 145).

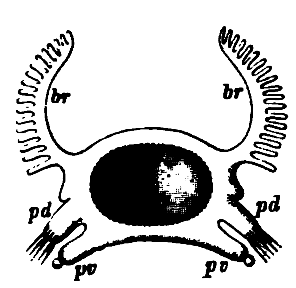


Fig. 145. Querdurchschnitt des Leibes von *Eunice*. *br* Kiemen, *i* Höhle des Nahrungsschlauches, *pd* obere Fusshocker, einen Borstenbüschel tragend, *pv* untere Fusshocker.

Die schuppenähnlichen Bildungen auf dem Rücken von Aphrodite, welche von einem Filzüberzuge so umgeben sind, dass sie in eine Art Höhle zu liegen kommen, zu welcher zwischen den Fussstummeln Zugänge führen, wurden bisher ziemlich allgemein für Aequivalente der Kiemen gehalten, obschon respiratorische Blutbahnen daran nicht erkennbar sind. Daher gegen die Richtigkeit dieser Ansicht gewichtige Zweifel sich erheben und in Folge davon manche Anatomen (v. Siebold u. a.) annehmen zu müssen glauben, dass hier das Athembedürfniss durch Einfuhr von Wasser in die Leibeshöhle, deren Oberfläche ein Flimmer-Epithel trägt, befriedigt werde.

### c. Kiemenapparat der Mollusken.

Die Mollusken sind, mit Ausnahme der oben schon verzeichneten luftathmenden Gasteropoden, sämmtlich Wasserathmer und da ihr Körper meistens von einer Schale umschlossen wird, oder wo diese fehlt, so

doch die Körperhaut der Art verdickt zu sein pflegt, dass sie dem Zwecke der Respiration nicht zu dienen vermag, — sind auch die bei Weitem meisten mit wirklichen Kiemen oder doch kiemenähnlichen Bildungen versehen, durch welche dem Athembedürfniss dieser Geschöpfe, das bei ihrem verhältnissmässig massigeren Körper grösser als bei vielen anderen Wirbellosen ist, Genüge geleistet wird. Nur da, wo bei mangelnder Schale die Körperhaut dünn und zart ist (wie bei einigen nackten Pteropoden und Heteropoden und den Apneusten unter den Gasteropoden) können übrigens die Kiemen auch fehlen und ihre Stelle durch die allgemeine Körperoberfläche vertreten werden.

Form und Bau der Kiemen zeigen zwar bei den Mollusken viele Verschiedenheiten, indem sie bald einförmige Körperfortsätze, bald feder-, kamm- oder büschelförmige, aus Blättchen oder Fäden gebildete Anhänge darstellen, bald auch blatt- oder sackförmige Gestalt u. dgl. haben. Doch im Allgemeinen sind dieselben nach demselben Plane angelegt, welcher dem Kiemenbau überhaupt zu Grunde liegt. Auch die Zahl und Lage der Kiemen zeigt grosse Verschiedenheiten: sie können freie Körperanhänge darstellen oder in einer Höhle eingeschlossen liegen; können symmetrisch angeordnet oder assymmetrisch und unpaar sein, in der Mantelfurche oder auf dem Rücken ihre Lage nehmen, zerstreut oder auf eine Stelle zusammen gedrängt sein u. s. w., Verschiedenheiten, die namentlich auch zur zoologischen Systematik benutzt werden; daher wir auch der Zoologie die genauere Beschreibung der Einzelheiten überlassen. Hier sollen nur einige Andeutungen gegeben und besonders darauf hingewiesen werden, dass, wenn auch der Kiemenapparat unter den Mollusken noch so weit gehende Verschiedenheiten zeigt, doch die meisten auf einen Grundplan zurückführbar sind, von dem sie nur Abänderungen darstellen.

Das dem Kiemenapparat der meisten Mollusken Gemeinsame besteht namentlich darin, dass 1) der Sitz der Kiemen in der Mantelfurche ist, dass 2) da, wo sie in einer Höhle liegen, diese nur aus einer Umwandlung der Mantelfurche hervorgegangen ist, und dass 3) die Kiemen selbst da, wo sie statt der gewöhnlichen gefiederten oder verästelten Form, blatt- oder sackförmig sind, doch auf erstere Form zurückführbar sind.

Bei den Cephalophoren (Fig. 146 A—D) zeigen sich diese Verhältnisse am einfachsten. Der Körper dieser scheidet sich in einen untern vordern, die Organe der Ortsbewegung, sog. Fuss *(p)*, das Nervensystem *(gp, gc, gb)* und die Sinnesorgane *(org. a)* bergenden animalen Theil *(Pa)* und einen hintern obern, die vegetativen Organe umschliessenden visceralen oder vegetativen Theil *(Pv.)*. An der Grenze zwischen beiden erhebt sich die äussere Bedeckung, welche, soweit sie den Einge-

weidetheil umschliesst, Mantel *(pl)* heisst, in Form einer Falte *(mp)* Mantelrand —, welche mit dem animalen Theil, dem sog. Fuss *(p)*,

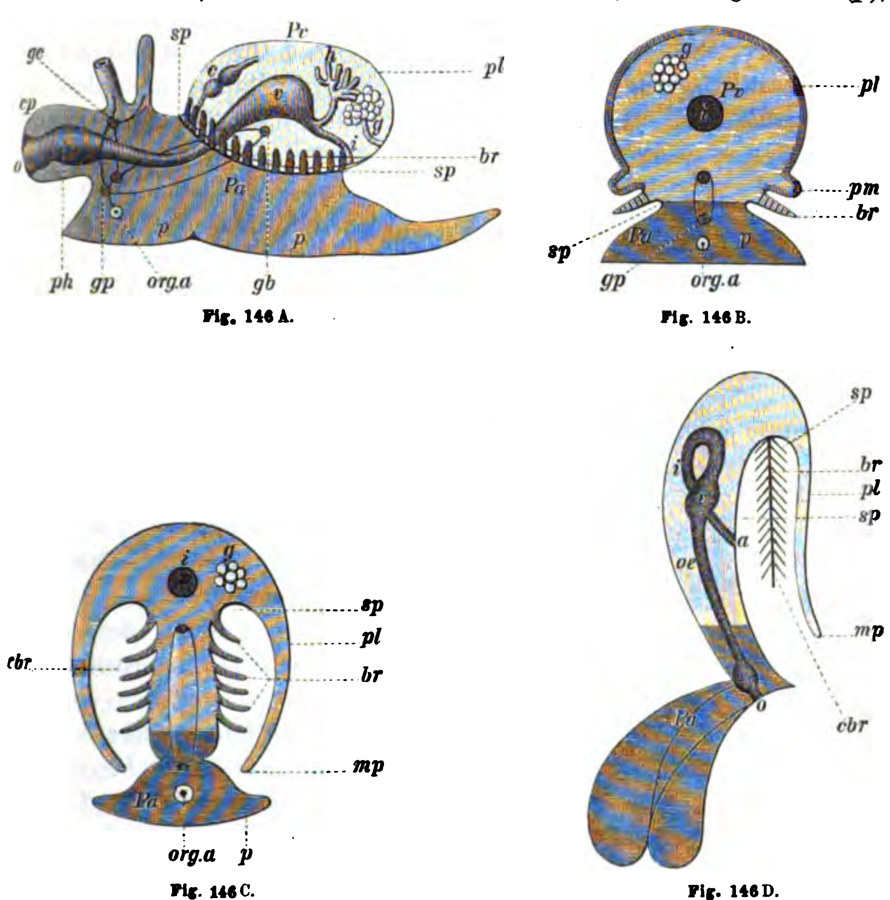



**Fig. 146 A—D.** Schemata von *Cephalophoren.* A stellt den Körper von der Seite dar, B—D im Querdurchschnitte. Die Bezeichnung ist bei sämmtlichen Figuren dieselbe. *Pv* Vegetativer Theil des Körpers, die Eingeweide enthaltend, *Pa* animale Theile, *pl* Mantel, *mp* Mantelrand, *sp* Mantelfurche (Mantelhöhle), *br* Kiemen, *cbr* Kiemenhöhle (Mantelhöhle), *o* Mund, *oe* Oesophagus, *v* Magen, *i* Darm, *a* After, *g* Geschlechtsorgane (Ovarien), *c* Herz, *cp* Kopf, *p* Fuss, *org.a* Hörorgan, *gp* Schlundganglien.

eine bald seichtere, bald tiefere Furche *(sp)* — Mantelfurche — bildet, in welcher die Kiemen *(br)* ihren Sitz nehmen. Diese stehen in dieser Mantelfurche bald paarig zu beiden Seiten des Körpers, bald nur auf einer Seite, bald stehen sie in einem den ganzen Körper umgebenden Kreise (Fig. 146 A) *(Cyclobranchiata).* Wo der Körper in eine Schale eingeschlossen ist, pflegt der Theil der Mantelfurche, welcher die Kiemen trägt, sich zu einer Kiemenhöhle *(cbr)* zu vertiefen.

Vertieft sich die Mantelfurche beiderseits und vergrössert sich der Mantelrand so sehr, dass er die Kiemen gänzlich überdeckt, und tritt

gleichzeitig der Fuss des animalen Theils mehr zurück, so gibt dies den Uebergang zur Anordnung des Kiemenapparates der Lamellibranchiaten. Wird aber nur der hintere Theil der Mantelfurche (wie bei den Pteropoden) zur Bildung der Kiemenhöhle benützt, welche mit einem Querspalt über den noch mehr zurückgebildeten Fuss ausmündet (Fig. 146 D), so gibt diese Einrichtung die Uebergangsform zu den Cephalopoden (Fig. 148) ab, bei welchen — wenn man sich das Thier in der Lage denkt, dass die von den Armen (*b*) umstellte Mundöffnung (*o*) nach unten sieht — die, die Kiemenhöhle bergende Mantelhöhle (*cbr*) nach hinten liegt. In ihrem Grunde sind meistens zwei (*br*), nur bei Nautilus vier Kiemen befestigt. Die Mantelspalte dient zur Einfuhr des Athemwassers, der Trichter (*i*) zur Ausfuhr desselben.

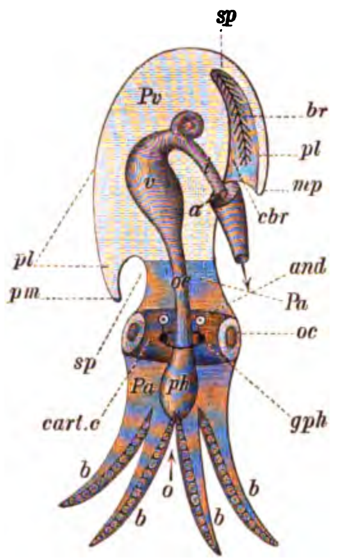



**Fig. 148.** Schema eines Cephalopoden. *Pv* vegetativer Theil. *pl* Mantel. *mp* Mantelrand. *sp* Mantelfurche, die, wo sie die Kiemen (*br*) enthält, zur Kiemenhöhle (*cbr*) vertieft ist. *v* Magen. *i* Darm. *a* After. *i* Trichter. *Pa* Animaler Theil. *b* Die Saugnäpfe tragenden Fangarme. *o* Mund. *ph* Pharynx. *oe* Oesophagus. *cart.c* Kopfknorpel. *gph* Schlundganglien. *and* Hörorgan. *oc* Augen.

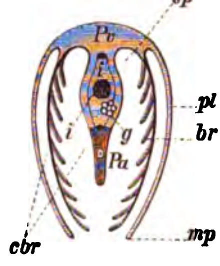



**Fig. 147.** Schemat. Querschnitt eines Blattkiemers. *Pv* vegetativer Theil, *Pa* animaler Theil (Fuss), *i* Darm, *g* Geschlechtsorgane, *pl* Mantel, *mp* Mantelwand, *sp* Mantelfurche, *br* Kieme, *cbr* Kiemenhöhle (Mantelhöhle).

Bei den Lamellibranchiaten (Fig. 147) ist der animale Theil (*Pa*) des Körpers mehr verkümmert, als bei den Cephalopoden. Der Mantel (*pl*) bedeckt den ganzen Thierkörper, die Kiemen (*br*) sind blattförmig und stehen zwischen Mantel und Körper. Gewöhnlich finden sich zwei Paare solcher blattförmiger Kiemen vor, ein inneres und ein äusseres Kiemenblatt, welche mit dem oberen nach dem Rücken sehenden Rande festsitzen, mit dem entgegengesetzten unteren Rande dagegen frei stehen. Manche haben indess auch nur eine Kieme. Viele tragen nahe beim Mund noch kleine, lappenartige Anhänge, die wahrscheinlich auch als Kiemen fungiren und eine Art Nebenkiemen darstellen. Die Kiemen der Lamellibranchien kann man sich hervorgegangen denken aus einer Verwachsung von kammartig neben einander stehenden einzelnen länglichen Kiemenblättchen, die bei manchen, wie bei Arca, Limax, Pecten, Spondylus u. a., selbst unverbunden gefunden werden, auch bei jungen Thieren die Kiemen nicht schon als Blätter, sondern zuerst als eine Reihe einzelner neben einander liegender Fortsätze erscheinen, die erst in der Folge durch Querverbindungen unter einander zu Lamellen werden.

Die beiderseitigen Mantelblätter, welche die Kiemen von aussen überdecken, nähern sich mit ihren abwärts gerichteten freien Rändern bis auf einen grossen Längsspalt, durch den das Athmungswasser und die Nahrungsmittel von aussen eingeführt werden und ersteres, wenn es die Kiemen bespült hat, auch wieder nebst den Faeces durch denselben nach aussen abgeführt wird. Die Strömung und Erneuerung des Wassers an den Kiemen wird auch noch durch eine meistens sehr entwickelte Wimperbewegung unterstützt. Um sowohl dem zu den Kiemen gelangenden, als auch dem von denselben wieder nach aussen führenden Wasserstrom eine bestimmte Bahn anzuweisen und in die Zu- und Abfuhr des Athmungswassers eine grössere Regelmässigkeit zu bringen, verwachsen bei den meisten Lamellibranchiaten die untern Mantelränder mehr oder weniger so mit einander, dass die die Kiemen bergende Höhle von unten mehr geschlossen wird und nur grössere oder kleinere Spalten oder Oeffnungen übrig bleiben, welche zur Ein- und Ausfuhr des Athmungswassers dienen. Bei manchen erlangt diese Einrichtung noch dadurch eine vollkommenere Ausbildung, dass der, diese Lücken umgebende Manteltheil sogar in eine Art Röhre, sog. Athemröhre (*Sipho*), sich verlängert.

Bei den Tunicaten (vgl. Fig. 112 u. 149) scheint der Kiemenapparat nach einem, von dem der andern Mollusken abweichenden Plane angelegt zu sein. Indess lässt sich doch auch hier nachweisen, dass derselbe nur eine weitere Metamorphose der Einrichtung darstellt, welche dem Athemapparat der übrigen Mollusken, besonders der Lamellibranchiaten zu Grunde lag. Der bei den letzteren schon sehr verkümmerte Fuss ist hier ganz in Wegfall gekommen (Fig. 149). Die bei den zweischaligen Muscheln schon vorbereitete Verwachsung der beiderseitigen blattförmigen Kiemen zu einem Kiemensacke, sowie auch die Verwachsung der beiden Mantelblätter und die dadurch bewirkte Schliessung der, die Kiemen bergenden, Mantelhöhle, ist hier bis auf zwei Oeffnungen vollzogen, von denen die eine das Athmungswasser und die Nahrungsmittel in den Kiemensack einführt — Kiemenöffnung — während die andere das Wasser, nachdem es die Kiemen bestrichen und die Spalten der Wand des Kiemensackes durchsetzt hat, nebst den aus dem After sich ergebenden Faecalmassen nach aussen wieder abführt — Kloakenöffnung — (vgl. Fig. 112).

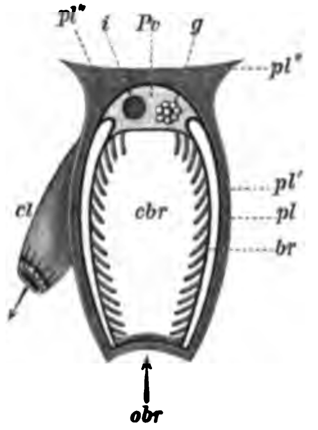



**Fig. 149.** Schematischer Durchschnitt von *Ascidia papillosa*. Zur leichteren Vergleichung ist das Thier umgekehrt dargestellt, der untere festsitzende Theil ist nach oben gerichtet, und der obere Theil sieht abwärts. *obr* Kiemenöffnung. *cl* Kloakenöffnung. *pl* Mantel. *pl'* feste, aus Cellulose gebildete äussere Hülle. *pl''* festsitzender Theil. *Pv* vegetativer Theil (der animale fehlt), *i* Darm. *g* Geschlechtsorgane. *br* Kiemen, zu einem Sack verbunden. *cbr* Höhle des Kiemensackes.

### d. Athmungsorgane der Echinodermen.

Die Echinodermen, deren Körperhaut auch nicht im Mindesten für die Respiration etwas zu leisten vermag, entbehren gegen alle Erwartung gänzlich jedwelcher wirklicher Kiemen, was um so auffallender ist, als bei den bisherigen Wirbellosen die Wahrnehmung gemacht wurde, dass gerade da Kiemen sehr entwickelt gefunden zu werden pflegten, wo die äussere Körperhaut irgend unfähig war, der Respiration zu dienen. Da nun freilebende Thiere der Athmung nicht entbehren können, so muss bei Abwesenheit einer Haut- und Kiemenathmung bei den Echinodermen auf anderen Wegen dem Athembedürfnisse genügt werden.

Zu den Einrichtungen, welche hier die Vermittelung eines Gasaustausches zu ermöglichen scheinen, müssen folgende wohl gerechnet werden:

1) Die direkte Einfuhr von Wasser in die Leibeshöhle.

2) Baumartig verästelte Schläuche, sog. innere Kiemen- oder Lungenbäume, die abwechselnd mit Wasser von aussen gefüllt werden, dasselbe wieder nach aussen entleeren und an ihren Wänden ein Capillarnetz tragen, durch welches das Körperblut ähnlich geführt wird, als in den Lungen der Luftathmer.

3) Hohle verästelte Läppchen, welche bei manchen (Echiniden) in der Nähe des Mundes stehen und kiemenähnliche Bildungen zu sein scheinen.

4) Endlich ein wasserführendes Gefässsystem, das von aussen Wasserzufuhr erhält und, obschon dasselbe wesentlich im Dienste der Ortsbewegung zu stehen pflegt, doch wohl auch mit dem Athemprozess in naher Beziehung steht.

R. Greef (Ueber den Bau der Echinodermen, in den Sitzungsber. der Gesellsch. zur Beförderung der gesammten Naturwissenschaft in Marburg. 1872. Nr. 6. S. 99.) beschreibt bei den Seesternen ein bisher übersehenes drüsiges Gebilde, welches er als ein der Athmung dienendes glaubt ansprechen zu dürfen. Nämlich in der sackartigen Erweiterung, welche den Steinkanal umschliesst, liegt neben dem letzteren ein Schlauch, der auf seiner ganzen Länge verzweigte lappenförmige Anhänge, einer traubenförmigen Drüse ähnlich, trägt, die im Innern mit einer wimpernden Höhlung versehen sind. Dieser Schlauch ragt mit seinen drüsigen Anhängen einerseits in den, um den Steinkanal liegenden häutigen Sack hinein, der im lebenden Thiere stets prall mit Wasser gefüllt ist, und scheint andernseits mit den Gefässen in Verbindung zu stehen.

Was nun die unter 1) erwähnte Wassereinfuhr in die Leibeshöhle anbelangt, so sind die Wege, auf welchen das Wasser eingeführt wird, nur bei den Asteroiden bekannt, wo sie entweder, wie bei den Asterien, durch besondere contractile Röhrchen der Rückenfläche vermittelt wird, welche an ihrer Spitze freie Oeffnungen haben und in die Körperhöhle einmünden,

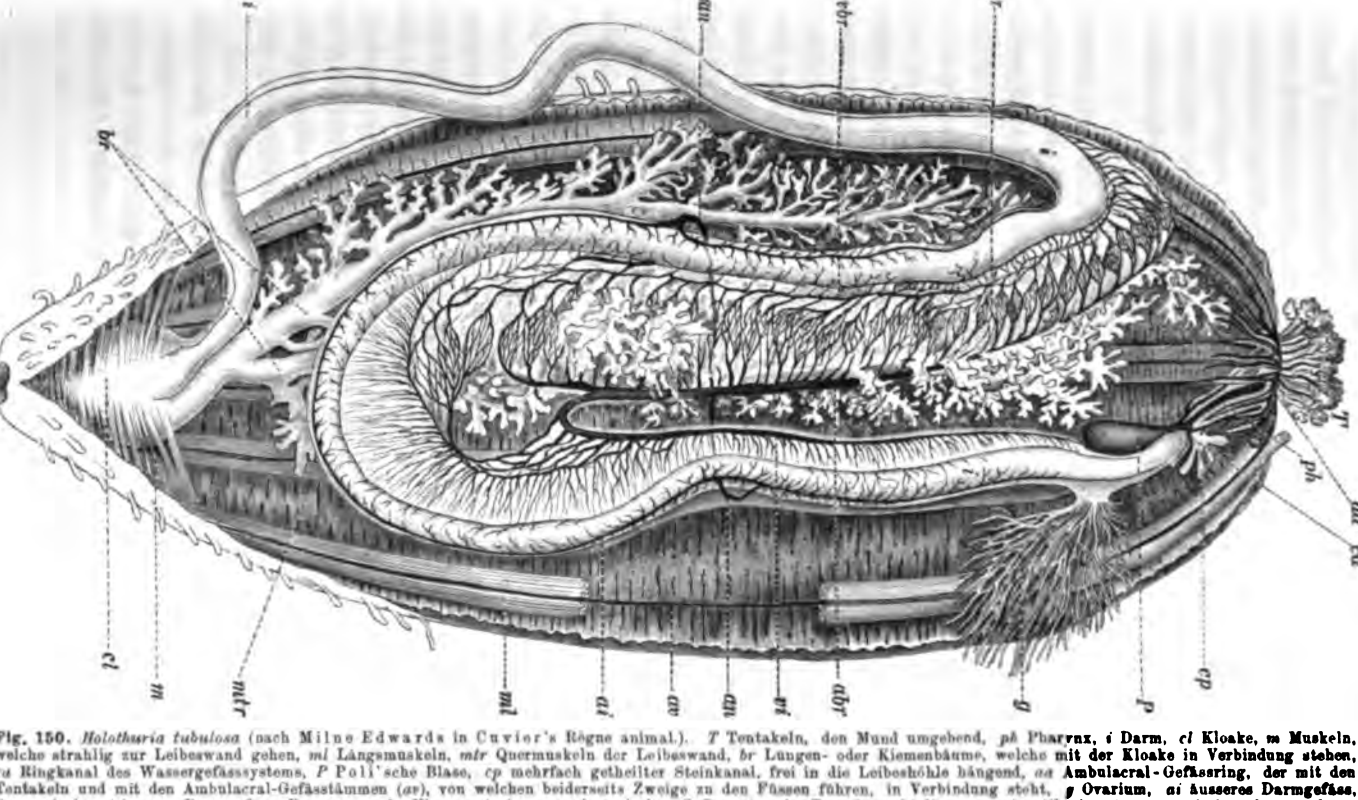



**Fig. 150.** *Holothuria tubulosa* (nach Milne Edwards in Cuvier's Règne animal.). *T* Tentakeln, den Mund umgebend, *ph* Pharynx, *i* Darm, *cl* Kloake, *m* Muskeln, welche strahlig zur Leibeswand gehen, *ml* Längsmuskeln, *mtr* Quermuskeln der Leibeswand, *br* Lungen- oder Kiemenbäume, welche mit der Kloake in Verbindung stehen, *ca* Ringkanal des Wassergefässsystems, *P* Poli'sche Blase, *cp* mehrfach getheilter Steinkanal, frei in die Leibeshöhle hängend, *aa* Ambulacral-Gefässring, der mit den Tentakeln und mit den Ambulacral-Gefässstämmen (*av*), von welchen beiderseits Zweige zu den Füssen führen, in Verbindung steht, *g* Ovarium, *ai* äusseres Darmgefäss, Darmarterie, *vi* inneres Darmgefäss, Darmvene, *abr* Kiemenarterie, *r* respiratorisches Gefässnetz, *vbr* *Vena branchialis*, *an* contractile Anastomose zwischen dem vorderen und hinteren Theil der Darmarterie.

oder, wie bei Ophiuren, durch Spalten — Respirationsspalten — geschieht, welche zu zwei oder vier in den Interradialfeldern sich finden und in die Leibeshöhle führen. Die Strömung des Wassers in der Leibeshöhle wird durch ein, diese auskleidendes Flimmerepithel bewirkt, das allen Echinodermen zukommt; daher man wohl annehmen darf, dass auch bei den übrigen, bei welchen Einfuhrswege für's Wasser bis jetzt mit Sicherheit nicht gefunden wurden, doch eine Wassereinfuhr in die Leibeshöhle stattfindet.

Die sub 2) angeführten sog. inneren Kiemen finden sich namentlich bei den Holothurien sehr ausgebildet. Sie bestehen aus zwei blind endigenden, lebhaft contractilen Röhren, welche von der Kloake des Darmkanals ausgehen und in die Leibeshöhle hineinragen. Bei Holothuria tubulosa (Fig. 150) sind es zwei baumartig verästelte Schläuche, von welchen der eine durch die, ein respiratorisches Gefässnetz bildenden, Blutgefässe an den Darmkanal, der andere dagegen, an dem ein respiratorisches Gefässnetz nicht nachgewiesen ist, an die Wandung der Leibeshöhle geheftet ist. Bei den Sipunculoiden, namentlich den Echiuriden stellen sie unverästelte, von der Kloake ausgehende Blinddärme dar, deren äussere Fläche bewimperte trichterförmige Erhabenheiten trägt, die in bewimperte Säckchen, welche an der Innenfläche sitzen, sich einziehen können und ein rothes Blutgefässnetz tragen, das mit den hintern Enden der grossen Bauchgefässstämme in Verbindung steht (Forbes und Goodsir)[1].

Diese Organe, deren respiratorische Leistung wohl kaum bezweifelt werden kann, dürften indess auch im Dienste der Absonderung stehen und zur Ausscheidung von Excretionsstoffen, analog den Harnorganen, dienen. Denn der eine der Kiemenbäume bei Holothuria tubulosa, welcher an der Leibeswand angeheftet ist, trägt kein bis jetzt nachweisbares respiratorisches Gefässnetz und bei einigen anderen Holothurien, z. B. bei Bohadschia marmorata finden sich am Stamme dieser Gebilde gestielte blinde Röhrchen, welche von Jaeger[2]) als Harnorgane angesprochen werden.

Die Kloake, von welcher bei den Holothurien strahlige Muskeln zur umliegenden Leibeswand gehen, stellt ein Pumpwerk dar, durch welches die Einfuhr von aussen ins Innere dieser Athemschläuche, und die darauf wieder folgende Ausstossung desselben geregelt wird.

Das sub 4) angeführte Wassergefässsystem ist bei allen Echinodermen vorhanden; nur zeigt es verschiedene Grade der Ausbildung. Am ausgebildetsten ist es bei den Asterien, Holothurien und Echiniden, während es bei den übrigen Echinodermen (Crinoiden, Ophiuriden, Sipunculiden)

---

[1]) Froriep's neue Notizen. Bd. 18. Nr. 392, p. 277.

[2]) Dissertat. de Holothuriis, Tab. 3. Fig. 9.

unvollkommener entwickelt ist, ja bei manchen nur spurweise sich vorfindet.

Im Allgemeinen wird dasselbe (Fig. 151) von einem hinter dem Munde, um den Anfang des Nahrungsschlauches gelegten Ringkanale (*Rk*) gebildet, von welchem meistens fünf Gefässstämme (*abc*) radiär ausgehen, die längs der Ambulacra peripherisch verlaufen, mit seitlich abgehenden Zweigen in die hohlen Ambulacralfüsschen (*S*) überführen und ihren Inhalt in diese ergiessen können. An dem Ringkanale sitzen, nebst diesen, noch eine Anzahl gestielter contractiler Blasen (*P*) — Poli'sche Blasen — (*Ampullae Polianae s. centrales*) an, welche als Centralorgane des ganzen Gefässsystems betrachtet werden können, indem sie einestheils Behälter darstellen, in welchen das, von den Ambulacralfüsschen und den peripherischen Wassergefässbahnen zum Ringkanale zurückströmende Wasser sich ansammelt und von welchen anderntheils dasselbe durch Contraction ihrer Wände wieder in den Ringkanal ausgetrieben wird. Sie sind also Propulsionsorgane für die centrifugale Wasserströmung. Gebilde ähnli-

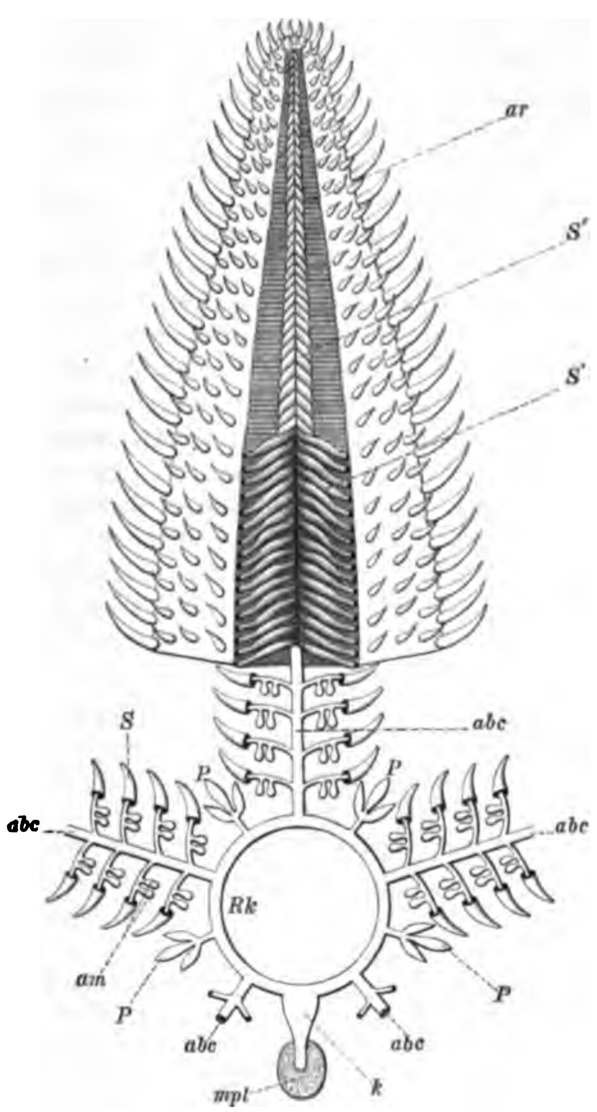



Fig. 151. Wassergefässsystem eines Seesternes, halbschematisch. *Rk* Ringkanal. *P* Poli'sche Blasen. k Steinkanal. *mpl* Madreporenplatte. *abc* Ambulacralgefässstämme, für jeden Körperstrahl je einer. *S* Saugfüsschen. *S'* Die Saugfüsschen in der Ambulacralrinne (*ar*) im Zustande des Hervorgestrecktseins. *S''* Dieselben zurückgezogen. *am* Ampullae periphericae.

cher Art sitzen auch noch an den Seitenzweigen der Ambulacralkanäle, da, wo dieselben in die Saugfüsschen einmünden (*am*) — *Ampullae periphericae* — welche sowohl Propulsionsorgane für die einzelnen Saugfüsschen darstellen, als auch kleine Reservoire abgeben, zu welchen zunächst das die Füsschen füllende Wasser zurückströmt, wenn die letzteren sich zusammenziehen und ihren Inhalt hinausdrängen.

Dieses Wassergefässsystem steht mit der Aussenwelt direkt oder indirekt in Verbindung, wodurch das in ihm circulirende Wasser eine fortwährende Erneuerung erfahren kann, indem sowohl von dem schon lange in Gebrauch gestandenen Wasser ein Theil nach aussen entleert, als auch frisches Wasser an dessen Stelle von aussen wieder eingeführt werden kann. Diese Verbindung mit der Aussenwelt wird durch einen, vom Ringkanale ausgehenden und in seiner Wandung meistens kalkige Einlagerung tragenden Schlauch, sog. Steinkanal (*k*), vermittelt, welcher durch die Leibeshöhle mit geschlossener Wandung hindurchzieht, unter einer porösen Kalkplatte — sog. Madreporenplatte — die meistens auf der Rückenseite des Leibes in der verkalkten Körperbedeckung sich findet (*mpl*), endet und durch die Poren der letzteren direkt mit der Aussenwelt communicirt (Asteroiden, Echinoiden). Wo keine Madreporenplatte vorhanden ist — die zu fehlen pflegt, wo, wie bei den Holothurioiden, die Körperbedeckung, statt verkalkt zu sein, von mehr lederartiger Beschaffenheit ist — da hängt er frei in die Leibeshöhle hinein (Fig. 150 *cp*), mit welcher er durch die zahlreichen Poren, von denen seine Wandung, besonders an seinem Ende, durchbrochen ist, in Verbindung steht, um das von der Aussenwelt in diese eingeführte Wasser ähnlich aufzunehmen, als wie dort solche Wasseraufnahme durch die Madreporenplatte erfolgt.

Der Steinkanal zeigt indess viele Verschiedenheiten. Mitunter ist er gegen sein freies Ende verästelt (Fig. 150 *cp*); auch kann er darin Abänderungen zeigen, dass statt eines eine Anzahl von Steinkanälen auf dem Ringgefäss aufsitzen (Synapten).

Nash Greef (a. a. O.) befindet sich auch unter der Madreporenplatte noch ein Ampullenapparat, durch den das Wasser, was von aussen in erstere eindringt, in den Steinkanal eingetrieben wird. Er besteht aus einer beckenförmigen Höhlung und mehreren darin liegenden Bläschen, welche mit dem Steinkanal und der Madreporenplatte in Verbindung stehen. — Greef beobachtete auch einen Zusammenhang der Poren der Madreporenplatte mit dem Herzschlauche, sowie einer Verbindung des Wasser- und Blutgefässsystems, wodurch sowohl der Eintritt des Wassers von aussen in das Blutgefässsystem, als auch der Uebertritt des Inhaltes des letzteren in das Wassergefässsystem, und umgekehrt, ermöglicht wird. Von der doppelten Beziehung, in welcher die Madreporenplatte sowohl zum Steinkanale, als auch zum Herzschlauche steht, ist wohl auch die Abhängigkeit abzuleiten, in welcher das Vorkommen des Steinkanales und Herzschlauches von dem der Madreporenplatte sich befindet.

Daher es begreiflich ist, dass eine Vervielfältigung der Madreporenplatte stets auch eine solche des Steinkanals und des Herzschlauches zur Folge hat.

Die Ambulacralfüsschen können übrigens bei manchen Echinodermen ihre locomotorische Funktion ablegen und eine andere dafür übernehmen, z. B. zu Tastorganen (sog. Tastfüsschen) oder zu kiemenartigen Gebilden (Ambulacralkiemen) sich umbilden.

Bei den Holothurioiden und Sipunculoiden treten zu dem Wassergefässsystem auch die, die Mundöffnung umgebenden Tentakelbildungen in eine ähnliche Beziehung, als dasselbe zu den Ambulacralgebilden steht, indem sie zum Behufe der Ausstreckung, den Saugfüsschen analog, auch von dem Ringkanale und den Poli'schen Blasen aus mit Wasser gefüllt werden können und wieder ihren Inhalt durch Contraction entleeren, wenn sie sich zurückziehen. Bei den Holothurien (Fig. 150 u. 152) stehen die hohlen Tentakeln mit einer entsprechenden Anzahl hohler, contractiler Bläschen, die an ihrer Basis sitzen (*at*) in Verbindung, die zu denselben und zum übrigen Wassergefässsystem ähnlich, als wie die Ampullen der Ambulacralfüsschen zu diesen sich verhalten.

Fig. 152. Ein Theil des Wassergefässsystems von *Holothuria tubulosa* (nach Tiedemann). *ph* Pharynx. *ml* Längs-Muskeln. *mtr* Quermuskeln. *Rk* Ringkanal des Wassergefässsystems. *P* Poli'sche Blasen. *Kr* Kalkring, in welchem der Ambulacralgefässring eingelegt ist. *vl* Fünf Längsgefässe, welche vom Ringkanale zu letzterem gehen. *at* Ampullen der Tentakeln. abc Ambulacralkanäle.

Wenn nun auch dieses im Vorausgehenden geschilderte Wassergefässsytem in seiner Grundlage einen den Echinodermen eigenthümlichen Bewegungsapparat darstellt, wie auch die Bewegung der den Mund mancher Echinodermen umstellenden Mundtentakeln vermittelt, so kann doch kaum bezweifelt werden, dass es auch mehr oder weniger im Dienste der Athmung steht. Denn die Blutgefässe der Wandungen der Ambulacralbläschen, wie auch der Mundtentakeln sind für einen Gasaustausch, da sie von innen, wie von aussen von Wasser umspült werden, sehr günstig gelagert. Die Flimmerbewegung, welche sowohl auf der Innenfläche des ganzen Wassergefässsystems und der demselben anhängenden Hohlgebilde, als auch auf der Aussenfläche der Ambulacralbläschen sich findet, unterhält eine fort-

währende Erneuerung des Wassers, was doch wohl nur auf respiratorische Vorgänge sich bezieht. Auch die Zufuhr frischen Wassers von aussen in das Wasserkanalsystem geschieht sicher nur im Interesse seiner respiratorischen Bestimmung. Denn für die blos motorische Leistung könnte diese fortwährend erneuerte Wasserzufuhr entbehrt werden, da jede andere, etwa durch Secretion im Innern des Körpers gelieferte, Flüssigkeit schon hierfür genügen würde.

#### e. Athmungsapparat der Coelenteraten.

Da der Verdauungsapparat und das Gefässsystem bei den Coelenteraten in dem Gastrovascularapparat vereinigt sind, besondere Blutgefässbahnen hier nicht existiren, so entbehren auch alle hierher gehörigen Thiere wirklicher Athmungsorgane. Das Athembedürfniss wird durch die Einfuhr von Wasser in die Verdauungs- und Leibeshöhle befriedigt, in welcher es mit der dieselbe einnehmenden Nährflüssigkeit sich untermischt. Auch wird durch die bei vielen dieser Thiere sehr weiche Körperbedeckung und durch die den Mund umstellenden Tentakelbildungen eine Wechselwirkung mit den umgebenden Medien und dadurch ein Gasaustausch ermöglicht.

#### f. Athmungsapparat der Protozoen.

Wie bei den Coelenteraten, so kommen auch bei den Protozoen besondere Athemorgane nicht vor und wird auch hier dem Athembedürfniss theils durch Wassereinfuhr in's Innere des Körpers, theils durch den Contact der Aussenfläche mit dem umgebenden Medium genügt. Wahrscheinlich stehen auch die contractilen Blasen der Infusorien mit dem Athemprozess in näherer Beziehung.

---

## 3. Stimmapparat.

J. F. Brandt, Observationes anatom. de mammalium vocis instrumento. Berol. 1826. — Brandt u. Ratzeburg, med. Zoologie. Bd. II. S. 208. Taf. 27. — Burmeister, Handbuch der Entomologie. Bd. I. S. 513. — C. G. Carus, Analecten zur Naturwissenschaft und Heilkunde. S. 142. Fig. 1—18. — G. Cuvier, Vorlesungen der vgl. Anatomie, übersetzt von Meckel. Bd. IV. S. 299—387. — Derselbe, Ueber den untern Larynx der Vögel, in Reils Archiv für Physiologie. Bd. V. S. 67. Tafel 1. 2. — Henle, vergl. anatomische Beschreibung des Kehlkopfes. Leipzig, 1839. — Meckel, System der vergleichenden Anatomie. Bd. VI. — J. Müller, Ueber die Compensation der physischen Kräfte am menschl. Stimmorgane. Berlin, 1839 (Stimmorgane der Papageien Taf. II. Fig. 13—15.). — Derselbe, anatom. Bemerkungen über den Quacharo u. Steatornis caripensis, in dessen Archiv für Anatomie. 1842. S. 7. Tafel 1. Fig. 6. — Derselbe, Die typischen Verschiedenheiten des Stimmorganes der Passerinen, in den Abhandlungen der Berlin. Academie. 1845. S. 321 u. 405; im Archiv für Anatomie. 1846. S. 314. — Derselbe, Die Verschiedenheiten des Stimmorganes der Passerinen. im Archiv für Anatomie etc. 1874. S. 157. — Rapp, Die Cetaceen, zoologisch dargestellt. 1837. S. 146. — Réaumur, Memoire pour servir à l'histoire des insectes. J. V. 4. Mem. Pl. 17. — Jowart, Ueber die Stimme der Vögel, in Froriep's Notizen. Bd. 16. Nro. 331 u. 333. — S. 1. u. 20. — Stannius, Beiträge zur Kenntniss der amerikan. Manati. 1845. Taf. 2. — R. Wagner, Icones Zootomicae. Leipzig, 1841. Wolff, De organo vocis. Berol. 1812.

## A. Von den Stimmapparaten überhaupt.

Da Töne und Geräusche durch Schwingungen elastischer Körper in der Luft oder durch Schwingungen der Luft selbst hervorgebracht werden, so befähigt nur der Aufenthalt in der Luft die Thiere zur Erzeugung derselben. Daher auch alle im Wasser lebenden Thiere stumm sind. Nur einige Fische, wie Trigla, Cottus u. a. gibt es, welche knurrende u. dgl. Geräusche, ungeachtet ihres Aufenthaltes im Wasser, doch hervorzubringen vermögen. Ihre Erzeugungsweise ist zwar noch unbekannt, indess wahrscheinlich kommen sie mit Hülfe der Luft der Schwimmblase zu Stande. Bei Cottus soll die Schwimmblase allerdings bisweilen fehlen. Allein es fragt sich, ob in solchen Fällen die Geräuschbildung während des Lebens dann nicht auch fehlte.

Töne und Geräusche, welche auf irgend eine Weise von Thieren hervorgebracht werden, geben bald denselben die Mittel ab, ihre verschiedenen Gemüthszustände, wie Behagen und Freude oder Schmerz u. dgl. kund zu geben, bald dienen sie als Wahrungszeichen vor herannahender Gefahr, oder zum Anlocken des anderen Geschlechtes u. dgl., sind überhaupt für den Verkehr im Familien- und Geschlechtsleben der Thiere von nicht geringer Bedeutung.

## B. Von den Einrichtungen, welche zur Hervorbringung von Tönen und Geräuschen dienen, im Besondern.

Die Erzeugung der Geräusche und Töne kommt bei den Thieren auf sehr verschiedene Weise zu Stande, entweder

1) durch das Aufschlagen oder Reiben harter Theile des Körpers an fremden Gegenständen,

2) durch Aneinanderschlagen harter Körpertheile oder

3) durch das Aneinanderreiben harter Körpertheile oder endlich

4) durch besondere Stimmapparate.

### 1. Geräusche, die durch das Aufschlagen oder Reiben harter Körpertheile an fremden Gegenständen erzeugt werden.

Hierher gehört:

a) Das Stampfen der Schafe mit den Vorderfüssen und der Fussschlag der Kaninchen, wodurch diese Thiere bei überraschtem Anblick eines fremden Gegenstandes oder bei herannahender Gefahr ihre Genossen aufmerksam machen.

b) Das lebhafte Geräusch, welches die Männchen von Mycterus zum Heranlocken begattungslustiger Weibchen dadurch hervorbringen, dass sie das hintere Ende ihres Körpers sehr heftig auf das Holz, auf welches sie sich gesetzt haben, aufschlagen.

c) Das sehr vernehmliche kratzende Geräusch der Larven der Hornisse (*Vespa crabro*), welches dieselben zu dem Behufe hervorrufen, um ihre, Nahrungsmittel beischaffenden, Eltern auf sie aufmerksam zu machen. Sie erzeugen dasselbe dadurch, dass sie mit ihren Kiefern an den Wänden ihrer von Holzspänen u. dgl. zusammengesetzten Zellen rasch herabfahren. Endlich

d) kann auch das, dem Knacken einer Taschenuhr ähnliche Geräusch hierher gezählt werden, welches der in altem Holz, Möbeln und anderen alten Geräthschaften sich aufhaltende und als „Todtenuhr" bekannte kleine Käfer (*Annobium*) durch Nagen und Klopfen an diesen Gegenständen hervorbringt.

### 2. Geräusche und Töne, welche durch das Aneinanderschlagen harter Körper hervorgebracht werden.

In diese Gattung von Geräuschen gehört: a) das Klappern der Störche mit dem Schnabel, sowie b) das Klappern der Klapperschlangen, welches letztere durch Aneinanderschlagen tütenförmiger, hinter einander stehender horniger Kapseln am Schwanzende des Körpers, während des schnellen Vorwärtsschiessens des Thieres, entsteht.

### 3. Geräusche und Töne, die durch das Aneinanderreiben harter Körpertheile bewirkt werden.

Durch das Aneinanderreiben von Körpertheilen können Geräusche nur dann erzeugt werden, wenn die äussere Bedeckung, d. h. das Hautskelet die erforderliche Härte hat. Daher beobachtet man sie namentlich bei Insekten, und zwar besonders solchen, bei welchen, wie bei Käfern und Orthopteren, das Skelet besonders hart ist.

Die Körpertheile, welche an einander gerieben werden, können sehr verschiedene sein; bald die beiden vorderen Ringe des Thorax, die durch Muskelaction aneinander gerieben werden; bald die beiden Flügeldecken oder Hinterleib und Flügel oder Hinterschenkel und Flügel u. dgl., die selbst noch mit harten Leisten oder Zähnen besetzt sein können, um die Reibung und dadurch die Erzeugung von Geräuschen und Tönen zu steigern.

So erzeugen die männlichen Acridier dadurch einen sehr vernehmlichen Ton, dass sie die Hinterschenkel an der Aussenfläche der Flügeldecken auf- und abbewegen. Die männlichen Lacustinen bringen dadurch sehr schrillende Töne hervor, dass sie die Wurzeln der Flügeldecken, wovon die eine oft eine runde, wie in einen Rahmen trommelartig eingefügte, trockene elastische Membran besitzt, über einander verschieben. Oft tragen die reibenden Flächen noch gezähnelte oder leisten-

artige Unebenheiten, um die Reibung und dadurch die Geräuschbildung zu steigern. Auch das Summen der Fliegen wird ähnlich veranlasst.

**4. Besondere Stimmapparate zur Hervorrufung von Tönen und Geräuschen.**

Der Plan, nach dem diese angelegt sind, ist ein verschiedener. Denn die Hervorrufung von Tönen kann entweder

a) dadurch vermittelt werden, dass eine, durch Muskelaction in ihrer Gestalt veränderte, trockene, elastische Haut in ihre ursprüngliche Form beim Nachlass der Muskelwirkung zurückspringt und hiedurch in die zur Tonerzeugung erforderlichen Schwingungen versetzt wird, oder

b) dadurch, dass feuchte, elastische Häute oder Bänder einem vorbeiziehenden Luftstrom so ausgesetzt werden, dass dieser dieselben in tönende Schwingungen versetzt oder auch der Luftstrom selbst durch die elastischen Flächen oder Ränder in Schwingungen versetzt wird.

Stimmapparate der ersteren Art kommen nur bei Wirbellosen und zwar bei den männlichen Singcicaden vor, während die der zweiten Art die Wirbelthiere und der Mensch besitzen.

**a. Stimmapparat der Singcicaden (Tettigonia orni). (Fig. 153.)**

Derselbe besteht aus einer, an der Unterseite des Unterleibsringes liegenden Höhle, die äusserlich von einem halbmondförmigen, nach hinten frei endenden Deckel überwölbt ist und durch deren Grund eine trockene, auswärts gewölbte, elastische Membran gespannt ist. Diese kann durch einen von innen sich ansetzenden Muskel trichterförmig nach einwärts gezogen werden und erzeugt dadurch einen Ton, dass sie beim Nachlass der Contraction des Muskels vermöge ihrer Elasticität in ihre auswärts gewölbte, frühere Lage zurückspringt.

m me' t c me cl

**Fig. 153.** Stimmapparat der Singcicade (*Tettigonia orni*), schematisch gehalten. *me* Trockene elastische Stimmmembran mit nach aussen gerichteter gewölbter Fläche. *me'* Dieselbe der andern Seite durch die Stimmmuskel (*m*) trichterförmig nach innen gezogen. *c* Höhle, welche als Resonanzhöhle fungirt. *t* Deckel, welcher die vorhergehende Höhle überragt. *cl* Columella-ähnlicher Stab, dessen inneres Ende ein Plättchen trägt, an dem die Stimmmuskel befestigt ist, während das dünnere äussere Ende an der Stimmmembran ansitzt.

**b. Stimmapparat der Wirbelthiere.**

Derselbe liegt stets in den Luftwegen, um den Strom der Respirationsluft bei der Stimmbildung verwenden zu können. Bei dem Menschen, den Säugethieren und den Amphibien ist das Stimmorgan in den Anfang der Luftröhre, in den Kehlkopf, bei den Vögeln hingegen an das untere Ende derselben, hier den sog. untern Kehlkopf (*Larynx inferior*) darstellend, gelegt.

**c. Kehlkopf der Säugethiere.**

Soll ein Organ zur Erzeugung von verschiedenen Tönen dienen, so bedarf es einer solchen Einrichtung, vermöge welcher elastische Bänder und

Membranen eine zum Luftstrom geeignete und jeder Abänderung fähige Stellung und Spannung erhalten können.

Dieser Aufgabe entspricht der Kehlkopf des Menschen und der Säugethiere dadurch, dass

1) er ein aus verschiedenen, passend geformten und beweglich unter einander verbundenen Knorpeln zusammengesetztes Gerüst bildet, das eine von einem Luftstrome durchzogene Höhle umschliesst, deren Mitte zu einer Spalte — Stimmritze — sich verengt, die beiderseits von elastischen Bändern — Stimmbändern — begrenzt ist;

2) ein Muskelapparat die einzelnen Stücke des Knorpelgerüstes der Art in ihrer Stellung verändern kann, wie es eine verschiedene Spannung der daran befestigten Stimmbänder und eine verschiedene Weite der zwischen letzteren befindlichen Stimmritze erforderlich macht, um mittelst des durchgehenden Stromes der Respirationsluft die ersteren in tönende Schwingungen zu versetzen.

Der Kehlkopf hat indess nicht allein die Aufgabe, ein Stimmorgan abzugeben, sondern fungirt wesentlich auch noch als Verschlusswerkzeug gegen den Eintritt der Nahrungsmittel in die Luftröhre. Mit dieser Funktion steht auch der über dem Kehlkopfeingang befindliche Kehldeckel (*Epiglottis*) in Beziehung. Letzterer hat indess nicht bloss den Verschluss des Kehlkopfeinganges, sondern auch noch den des Mundhöhlenausganges und die Leitung der Exspirationsluft während des Kauens nach der Nasenhöhle zu vermitteln. Daher er auch nur beim Menschen und den kauenden Säugethieren vorkommt, dagegen den nicht kauenden übrigen Wirbelthieren fehlt.

Der Bau des Kehlkopfes der Säugethiere kommt zwar im Allgemeinen mit dem des Menschen (Fig. 154) überein; aber Form und Grösse der Knorpel, der Kehlkopfhöhle und der Stimmritze, sowie das Verhalten der Stimmbänder zeigen doch viele, zum Theil bedeutende Verschiedenheiten.

Besonders weitgehend sind die Abweichungen vom menschlichen Kehlkopfe, und anderen Verhältnissen mehr angepasst da, wo die Stimmfunktion ganz in Wegfall kommt und er nur noch auf die Leitung der Ausathmungsluft nach der Nasenhöhle berechnet ist. So fehlen den Cetaceen, die keine Stimme haben, die Stimmbänder und sind die Schild- und Ringknorpel klein, dagegen die Giessbeckenknorpel und der Kehldeckel sehr lang und zu einer Art Schnabel oder Rüssel ausgezogen, womit er weit in die Nasenhöhle hinaufragt (Fig. 155).

Bei den übrigen Säugethieren, die eine Stimme haben, betreffen die Verschiedenheiten besonders die Stimmbänder und Ventriculi Morgagni, welche letztere grössere oder kleinere Aussackungen der Kehlkopfschleimhaut darstellend, durch Füllung mit Luft die Schwingbarkeit der

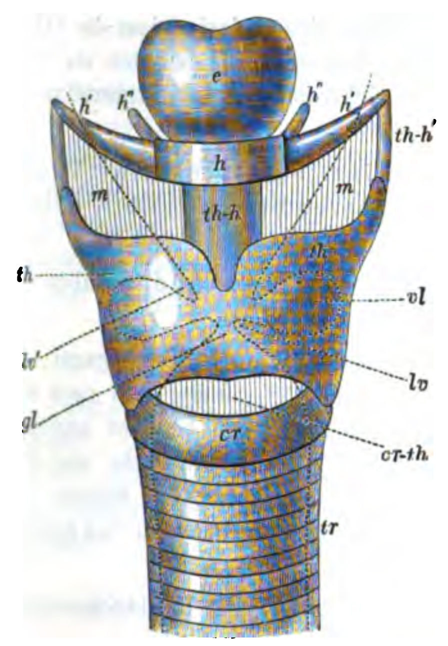



Fig. 154. Kehlkopf des Menschen mit dem Zungenbein. *e* Epiglottis. *h* Zungenbein. *h'* Grosse Hörner. *h''* Kleine Hörner desselben. *th* Schildknorpel. *th—h* Lig. thyreo-hyoideum med. *th—h'* Lig. thyreo-hyoid. laterale. *m* Membrana thyreo-hyoidea. *cr* Ringknorpel. *cr—th* Lig. crico-thyreoideum med. *gl* Stimmritze (Glottis). *vl* Ventriculi Morgagni (letztere beide punctirt angedeutet). *tr* Luftröhre. *lv'* Lig. vocale sup.

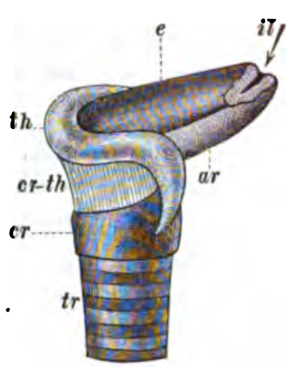



Fig. 155. Kehlkopf von Delphinus phocaena. *cr* Cart. cricoidea. *tr* Trachea. *th* Schildknorpel. *cr—th* Lig. crico-thyreoideum medium. *ar* Cart. arytaenoida. *e* Epiglottis. *il* Introitus laryngis.

Stimmbänder und die Resonanz der Stimme erhöhen. Daher sie von besonderer Grösse bei solchen Thieren sind, die eine starke Stimme haben. So sind sie unter den Affen, besonders beim Brüllaffen (Fig. 156), zu sehr ansehnlichen Luftsäcken erweitert, die von dem, zu einer grossen Knochenblase umgeformten Zungenbeinkörper um-

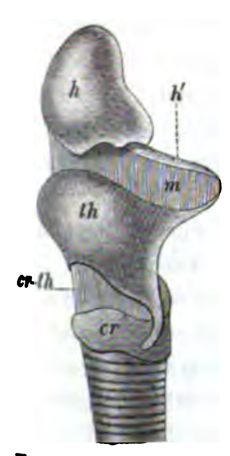



Fig. 156. Kehlkopf vom Brüllaffen (*Mycetes*). Bezeichnung wie früher.

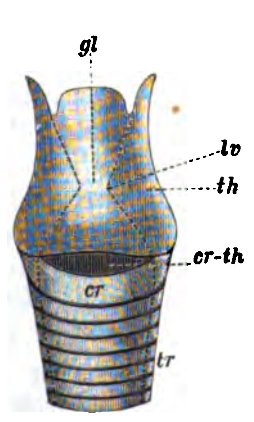



Fig. 157. Kehlkopf vom Rind (*Bos taurus*), Bezeichnung wie früher.

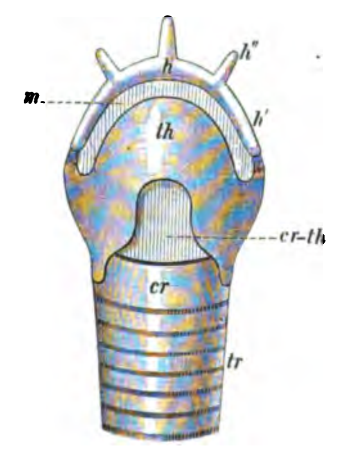



Fig. 158. Kehlkopf vom Pferd. Bezeichnung wie früher. Leider ist aus Versehen die Andeutung der Stimmbänder und Ventr. Morgagni durch punctirte Linien in diesem Holzschnitte weggeblieben.

schlossen sind. Dass nicht bei allen Thieren, welche eine starke Stimme besitzen,

diese Einrichtung sich findet, hat wohl seinen Grund darin, dass die Stärke der Stimme auch von der Mächtigkeit des Luftstromes, über den ein Thier verfügen kann, sowie von der Weite der Kehlkopfhöhle und Stimmritze mit abhängig ist.

Unter den Wiederkäuern hat das Rind (Fig. 157) keine Ventriculi Morgagni und sonach auch keine oberen Stimmbänder, während das Lama und Kamel solche besitzen soll (Stannius).

Auch der Elephant soll keine oberen Stimmbänder haben und dem Nilpferd sollen selbst auch die unteren fehlen.

Bei dem Pferde, das nicht unansehnliche Ventriculi Morgagni, die aber einen engen Zugang haben, besitzt (Fig. 158), findet sich noch eine unpaare Höhlung oder Grube vor, gleichsam eine dritte oder unpaare Kehlkopftasche, welche unter der Wurzel des Kehldeckels und über dem vorderen Ende der unteren Stimmbänder liegt. Letztere fliessen vorn zu einer halbmondförmigen Falte, gewissermaassen zu einem unpaaren dritten Stimmbande zusammen.

Auch beim Esel ist diese unpaare, unter der Kehldeckelwurzel, und über den, jedoch spitzwinklig vereinigten, vorderen Enden der unteren Stimmbänder liegende Kehlkopftasche sehr entwickelt, während die Ventriculi Morgagni von nur mässiger Grösse sind, auch einen sehr engen, im vorderen Theile einer flachen Grube liegenden, Eingang besitzen.

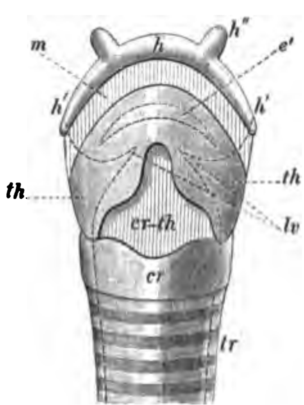



Fig. 159. Kehlkopf vom Löwen (*Felis leo*). Bezeichnung wie früher.

Bei dem Löwen (Fig. 159) fehlen die Ventriculi Morgagni. Die Stimmritze fällt mit dem spaltförmigen Kehlkopfeingange zusammen, der von dem breiten Kehldeckel so überwölbt wird, dass dessen Seitenränder beiderseits noch eine Höhlung überdecken, die wohl die fehlenden Ventriculi Morgagni als Resonanzhöhlen ersetzen soll.

Unter der Kehldeckelwurzel liegt noch eine unpaare grubenartige Aushöhlung, also auch eine Art unpaarer Kehlkopftasche, über welcher eine halbmondförmige Falte sich befindet, die von den zusammenfliessenden vorderen Enden der obern Stimmbänder gebildet wird, während sie unter sich die vorderen spitzwinklig zusammenstossenden Enden der unteren Stimmbänder hat. Nach beiden Seiten läuft sie in eine sich verschmälernde Rinne aus, die einen Ueberrest der verkümmerten Ventriculi Morgagni darzustellen scheint.

### d. Kehlkopf der Vögel.

Bei diesen findet eine Trennung der beiden Kehlkopffunctionen in der Art statt, dass dem Kehlkopfe nur noch die Verschlussfunction gegen den Eintritt der Nahrungsmittel in die Luftwege geblieben ist, während die Stimmfunction an das untere Ende der Luftröhre verlegt wurde. Der Stimmapparat, zu welchem diese umgewandelt wurde, heisst der untere Kehlkopf *(Larynx inferior)*, während man den eigentlichen Kehlkopf den oberen *(Larynx superior)* bezeichnet.

#### aa. *Oberer Kehlkopf der Vögel.*

Derselbe ist zwar dem Typus des Säugethierkehlkopfes nachgegebildet, doch wegen Wegfall der Stimmfunction sehr verändert und vereinfacht (Fig. 160, A, B). Die Knorpel sind noch dieselben, wie bei den Säugethieren; aber ihre Form, Verbindung und Bedeutung ist eine andere geworden.

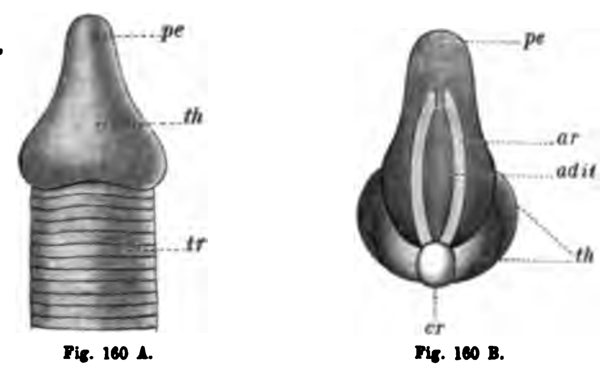



Fig. 160 A. Fig. 160 B.

Fig. 160. Oberer Kehlkopf eines Vogels. A von vorn. B von hinten. *th* Cartilago thyreoidea. *pe* Processus epiglotticus. *cr* Cartilago cricoidea. *ar* Cartilago arytaenoidea. *adit* Zugang zum Kehlkopf, von den beiden Cartilagines arytaenoideae beiderseits begrenzt.

Die spaltförmige Verengung der Kehlkopfhöhle — die Stimmritze — und die sie bildenden Stimmbänder fehlen. Die Glieder des Knorpelgerüstes sind weniger beweglich verbunden; nur die, den spaltförmigen Eingang — Kehlritze — umlagernden Cart. arytaenoideae (Fig. 160 B, *adt*) haben eine bewegliche Verbindung, um die Eröffnung und Schliessung desselben zu ermöglichen. Schild- (*th*) und Ringknorpel (*cr*) umfassen miteinander die Kehlkopfhöhle in Form eines festen Ringes, an dessen Bildung der Schildknorpel, der meistens in drei, jedoch fest verbundene Stücke (B) sich trennen lässt (Fig. 160), den grössten Antheil nimmt, während der Ringknorpel (*cr*). zu einem sehr kleinen unbedeutenden Plättchen verkümmert ist, das zwischen die beiden Endstücke des Schildknorpels

hinten so eingefügt ist, dass er nur das Schlussstück des vom ersteren hauptsächlich gebildeten Ringes darstellt.

Dass der Kehldeckel nicht allein wegen der Verschliessung des Kehlkopfeinganges vorhanden ist, sondern auch mit der Leitung der Exspirationsluft, während des Kauens, nach der Nasenhöhle in Beziehung steht, geht deutlich aus dem Umstande hervor, dass derselbe bei den Vögeln, die ihre Nahrungsmittel nicht kauen, ganz allgemein fehlt.

Nur selten ist eine Andeutung davon in Form einer queren Hautfalte, die vor dem Kehlkopfeingange, wie bei den Straussen u. a. steht, vorhanden, die jedoch keine knorpelige Unterlage hat. Bisweilen trägt, wie bei Reihern, Störchen, Hühnern, Enten u. a., der obere Rand des Schildknorpels einen schmalen, sich zuspitzenden Fortsatz (*pe*), welcher als ein Rudiment des Kehldeckelknorpels betrachtet und desshalb Processus epiglotticus bezeichnet wird. Bei manchen Vögeln (Cygnus, Scolopax, Gallinula, Rallus, Larus maritimus u. a.) stellt er selbst einen durch Naht getrennten Knorpel dar.

Die Muskeln, welche dieser obere Kehlkopf besitzt, sind ebenso vereinfacht, wie sein übriger Bau. Sie beziehen sich theils auf die Hebung des ganzen Kehlkopfes und der Luftröhre, theils auf die Verengerung und Erweiterung seiner spaltförmigen Eingangsöffnung, der s. g. Kehlritze.

bb. *Unterer Kehlkopf der Vögel als Stimmorgan (Larynx inferior).*

Bei allen Vögeln, mit Ausnahme derjenigen, welche stimmlos sind, wie der Strausse, Störche und einiger Geier, ist ein unterer Kehlkopf vorhanden, d. h. überall da findet sich ein Apparat von membranösen Theilen vor, welche durch die Art ihrer Befestigung an die zunächst gelegenen, eigenthümlich modificirten festen Theile der Luftröhre geeignet sind, in tönende Schwingungen durch einen Luftstrom versetzt zu werden, oder den Luftstrom selbst in Schwingungen zu versetzen.

Ein Muskelapparat regelt die erforderliche An- und Abspannung der elastischen Membranen und verändert die Weite der Höhle des Stimmorganes, sowie seiner, von elastischen Stimmmembranen begrenzten Stimmritze.

Während die Lage des Stimmorgans insoweit Beständigkeit zeigt, als dasselbe stets am untern Ende der Luftröhre liegt, so ergeben sich doch darin Verschiedenheiten, dass entweder dasselbe ausschliesslich an der Luftröhre wie bei Thamnophilus, Mycothera, Optiorhynchus sich befindet — Larynx trachealis, — oder, was der häufigere Fall ist, vom Ende der Luftröhre und dem Anfange der Bronchien gemeinsam gebildet wird — Larynx broncho-trachealis — oder endlich in den Anfang der beiden Bron-

chien — Larynx bronchialis — verlegt ist, wie Crotophaga, Steatornis u. a. Beispiele dafür liefern (Fig. 161).

Da der Larynx broncho-trachealis die häufigste Form ist, in welchem das Stimmorgan der Vögel auftritt, so soll besonders dieser hier genauer erörtert werden.

Er wird hergestellt durch Abänderungen, welche die festen Theile des Endes der Luftröhre und des Anfangs der Bronchien erleiden.




Fig. 161. Larynx bronchialis von Steatornis (nach J. Müller). br Bronchi. l Larynx bronchialis.

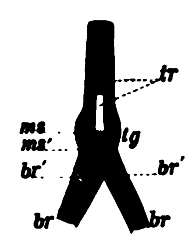



Fig. 161a. Unterer Kehlkopf (*tg*) von der Singdrossel (*Turdus musicus*), beiderseits geöffnet, um die Membrana semilunaris (*ms*), die hier sehr entwickelt ist, zu sehen. Dieselbe war unter ihrem obern Rande von einem dichten Streifen (*ms'*) durchzogen, so dass sie in einen obern und untern dünnen durchsichtigen Theil zerfiel. *br* Bronchi. *br'* Geöffneter Theil derselben. *tg* Trommel. *tr* Trachea, beiderseits geöffnet.

Die Modificationen, welche die unmittelbar vor der Theilung der Lufröhre liegenden Gebilde erfahren, bestehen zunächst darin, dass die Trachealringe dichter zusammenrücken, oder durch eine Längsleiste mit einander verbunden werden, oder in grösserer oder geringerer Anzahl mit einander verwachsen.

Mit solchen, die untersten Tracheal- oder auch die ersten Bronchialringe betreffenden Abänderungen pflegen auch Veränderungen der Weite der Höhle verbunden zu sein. Im allgemeinen zeigt sich dieser unterste Theil der Luftröhre mehr oder weniger bauchig erweitert, daher auch Trommel (*Tympanum*) genannt. Die Höhlung des Stimmorganes besitzt entweder eine einfache Stimmritze, welche vor der Theilung der Luftröhre liegt, oder hat deren zwei, die dann in den Eingang der Bronchien verlegt sind.

Die einfache Stimmritze wird beiderseits von elastischen Stimmmembranen oder Stimmfalten begrenzt (Fig. 162), während die doppelte Stimmritze in einzelnen Fällen nur auf einer Seite, und dann an der inneren Stimmmembranen besitzt (Fig. 163), in andern (Fig. 165) dagegen beiderseits sich solche befinden.

Wo doppelte Stimmritzen sind, findet sich auf dem Theilungswinkel der Luftröhre ein knöcherner Steg oder Bügel, welcher eine aufwärts gerichtete Falte, gleichsam ein unpaares Stimmband, zu tragen pflegt.

*a.* **Kehlkopf mit einer Stimmritze** (Fig. 162).

Derselbe besteht aus einer Trommel und jederseits aus zwei halbmondförmigen Bogen, von denen der eine, der obere Bogen, mit

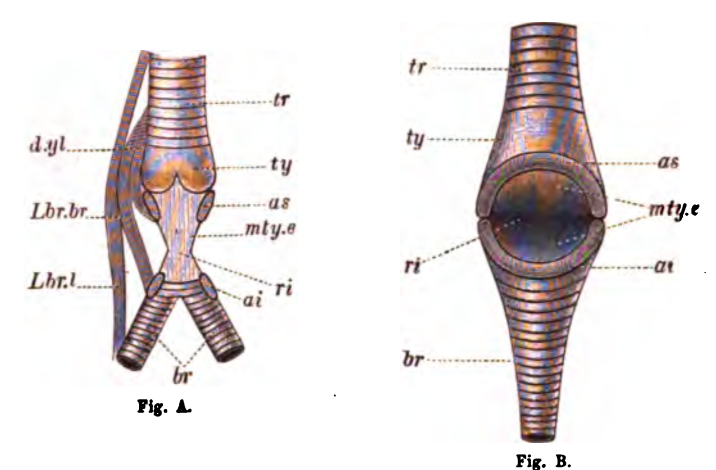



Fig. A. Fig. B.

Fig. 162 A. u. B. Unterer Kehlkopf eines Papagoi. A Von vorn. B Von der Seite. *tr* Trachea. *ty* Trommel. *as* Oberer Bogen. *ai* Unterer Bogen. *mty.e* Aeussere Stimmmembran. *ri* Stimmritze. *br* Bronchus. *d.yl* Erweiterer der Stimmritze. *Lbr.l.* Levator bronchi longus. *Lbr.br* Levator bronchi brevis.

seiner Concavität abwärts sehend, unter der Trommel liegt, und der andere, der untere Bogen, mit der Concavität aufwärts blickend, den Anfang des Bronchus bildet. Zwischen beiden Bogen ist eine elastische Stimmmembran — Membrana tympaniformis externa — ausgespannt, die nach innen winkelig vorspringt, wodurch die Höhle spaltartig verengt, wenn durch Hebung der Bronchi die beiden Bogen einander genähert werden, im umgekehrten Falle aber durch Streckung der Membran dieser Winkel wieder verstreicht und die Höhle sich erweitert. Der zwischen den Winkeln oder Falten der beiderseitigen Stimmmembranen befindliche Raum bildet sonach die einfache Stimmritze, die durch Streckung oder Beugung der Stimmmembran und ihres Winkels erweitert oder verengt werden kann.

Daher sind auch die Muskeln, welche die Stimmritze verändern, theils solche, welche durch Hebung der Bronchien und des untern Bogens die Faltung der Stimmmembran und hierdurch die Verengerung der Stimmritze bewirken, theils solche, welche durch Hebung und Auswärtswendung des oberen Bogens die einwärts gefaltete Stimmmembran strecken und dadurch die Stimmritze erweitern. Für die Verengerung der Stimmritze finden sich zwei Muskeln vor, ein langer und kurzer Heber der Bronchien, von welchen der erstere ein Musculus broncho-trachealis ist, während der letztere zwischen Trommel und unterem Bogen angebracht ist. Die Erweiterung wird durch einen Muskel vollzogen, welcher zwischen Trommel und oberen Bogen befestigt ist.

*β.* **Kehlkopf mit doppelter Stimmritze (Fig. 163—165).**

Die Duplicität der Stimmritze wird durch die Verlegung derselben in den Eingang der Bronchien bedingt. Im Theilungswinkel der Luftröhre liegt meistens ein knöcherner oder knorpeliger Bügel, welcher eine aufwärts concave, halbmondförmige Membrane trägt, während an seinen beiden Seiten je eine elastische Stimmmembran — Membrama tympaniformis interna — an ihm befestigt ist, welche die Innenwand des Anfangstheils des Bronchus bildet, und an die einwärts mehr oder weniger offenen Bronchialringe befestigt ist.

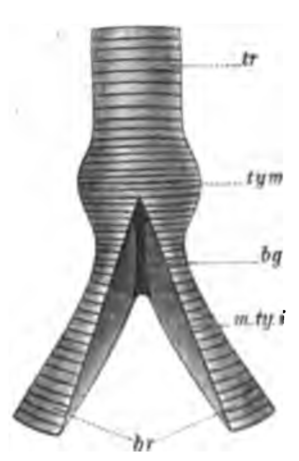


Fig. 163. Unterkehlkopf vom Fischreiher (*Ardea cinerea*). *tr* Trachea. *tym* Trommel. *bg* Bügel. *m.ty.i* Membrana tympaniformis interna. *br* Bronchi.

Die Trachealringe, durch deren Erweiterung die Trommel entsteht, können dabei ihre Selbstständigkeit mehr oder weniger noch bewahrt, wie bei Reihern, Geiern u. a. (Fig. 163 *tym*), oder dieselbe dadurch aufgegeben haben, dass sie zu einer ungetheilten knöchernen Trommel verschmolzen sind, wie bei den meisten Vögeln dies gefunden wird (Fig. 164).

Bei Ardea purpurea kommt auch eine Art äusseres Stimmband dadurch zu Stande, dass die Schleimhaut der äussern Wand des Bronchus-

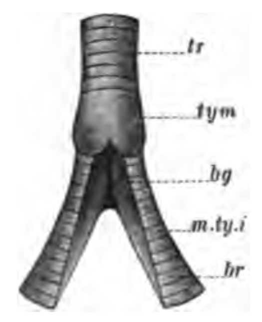


Fig. 164. Unterer Kehlkopf von Tringa pugnax. *tr* Luftröhre. *tym* Trommel. *bg* Bügel. *mty.i* Membrana tympaniformis interna. *br* Bronchus.

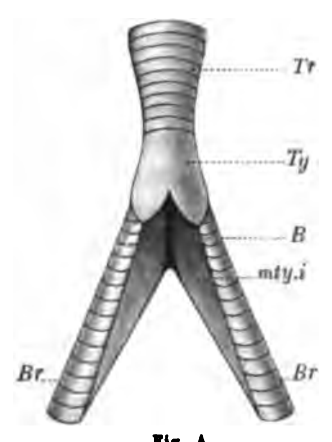


Fig. A.

Fig. 165 A. Untrer Kehlkopf von der Gans (*Anser*) von vorn gesehen. *Tr* Luftröhre. *Ty* Trommel. *Br*. Branchus. *B* Bügel. *mty.i* Membrana tympaniformis interna.

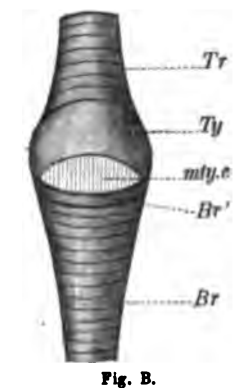


Fig. B.

Fig. 165 B. Unterer Kehlkopf der Gans, von der Seite gesehen. *Tr* Trachea. *Ty* Trommel. *Br* Bronchus. *Br'* Erster Bronchialring. *mty.e* Membrana tympaniformis externa.

Einganges durch Verdickung etwas in die Höhle vorspringt. Dies bildet den Uebergang zu den Fällen, wo der Membrana tympaniformis interna

auch eine externa gegenüber gestellt ist, die ein häutiges Fenster darstellt und entweder zwischen den beiden letzten Trachealringen (Tauben u. a.) oder zwischen unterm Trommelrande und erstem Bronchialringe (wie bei Gänsen u. a. Fig. 165 B), oder zwischen den beiden ersten Bronchialringen (wie z. B. bei Möven) oder selbst zwischen tieferen Bronchialringen (wie bei Eulen) ausgespannt ist.

Abweichend davon verhält sich der untere Kehlkopf der Männchen vieler Enten und Tauchervögel, besonders der Tauchergans, wo das untere Luftröhrenende zu einer ansehnlichen asymetrischen Knochenblase erweitert ist, deren Wände ungleich stehende Oeffnungen trägt, die fensterartig von einer elastischen Membran verschlossen sind (Fig. 166 A *mty*). Diese Knochenblase ist offenbar Resonanzapparat, daher die Männchen dieser Vögel eine sehr viel stärkere Stimme haben, als die Weibchen, deren Kehlkopf die gewöhnliche knöcherne Trommel besitzt (Fig. 166 B).

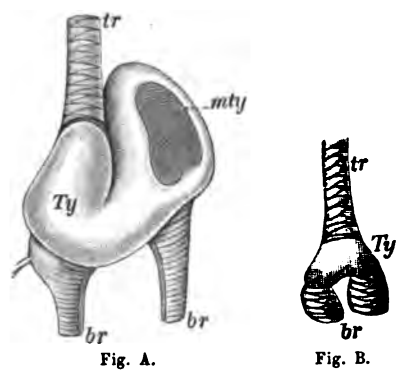



Fig. 166. Unterer Kehlkopf der Tauchergans (*Mergus merganser*). A Vom Männchen. B Vom Weibchen. *tr* Luftröhre. *Ty* Trommel. *mty* Stimmmembran. *br*. Bronchi.

Die Muskeln, durch welche die zur Stimmerzeugung erforderlichen Veränderungen des unteren Kehlkopfes vermittelt werden, zeigen sich in sehr verschiedenem Grade entwickelt, je nachdem die Stimme sehr einförmig ist oder mehr oder weniger Mannigfaltigkeit besitzt. In ersterem Falle findet sich entweder nur ein, dem untern Kehlkopfe eigenthümlicher Stimmmuskel vor, oder dieser kann auch fehlen, und die zur Stimmerzeugung erforderlichen Veränderungen der Stimmhöhle werden nur durch diejenigen Muskeln bewirkt, welche die Hebung und Senkung der ganzen Luftröhre (*M. ypsilo-trachealis et sterno-trachealis*) vermitteln. Dagegen da, wo die Stimme mehr oder weniger Mannigfaltigkeit zeigt, kann die Zahl der dem Stimmorgan eigenthümlichen Muskeln sehr viel grösser sein, 3—6 Paare betragen. Gänse, Enten, Schwäne u. a., welche eine sehr eintönige Stimme haben, besitzen ausser den M. m. ypsilo- et sterno-tracheales keine besondern Stimmmuskeln. Andere dagegen, wie Tauben, Schnepfen, Reiher, Möven u. a., deren Stimme schon minder einförmig ist, haben ausserdem noch einen M. brancho-trachealis als besonderen Stimmmuskel.

Die Papageien, deren Stimme schon einer grösseren Mannigfaltigkeit fähig ist, besitzen, wie oben dies schon gezeigt wurde, drei eigenthümliche Stimmmuskelpaare, und bei den Singvögeln endlich finden sich gar

fünf, ja bei einzelnen selbst sechs Muskelpaare vor, welche die zur Tonerzeugung erforderlichen Veränderungen der Spannungszustände der Stimmmembranen, wie auch die Veränderung der Weiteverhältnisse der Stimmritze vermitteln.

### γ. Kehlkopf der Amphibien.

Da die meisten Amphibien entweder ganz stimmlos sind oder nur schwache Geräusche hervorbringen können, so ist der Kehlkopf meistens nur Verschlussorgan der Luftröhre, daher auch sein Bau, ähnlich wie bei den Vögeln, sehr vereinfacht ist. Wo aber bei Amphibien eine Stimme erzeugt wird, da findet sich nicht, wie bei Vögeln, dafür ein besonderer Stimmapparat vor, sondern der Kehlkopf wird dann, wie bei Säugethieren und beim Menschen, durch Anlegung von Stimmbändern für die Stimmfunction wieder verwendbar gemacht. Unter den Sauriern haben die Eidexen ein Paar schmale Stimmbänder, dagegen die Geckonen und Chamaeleonten vollkommenere Stimmbänder.

Bei Gecko fimbriatus befindet sich an der Luftröhre eine Bildung, die an die Stimmtrommel der Vögel erinnert und möglicher Weise auch als solche zu deuten ist. Der Anfang der Luftröhre bildet nämlich eine trommelähnliche, platte Erweiterung, welche an der hintern Seite von einer Trommelhaut verschlossen wird.

Bei den Krokodilen stellen die Stimmbänder dicke Falten dar mit darunter befindlicher Tasche. Ohne Stimmbänder ist der Kehlkopf der Chelonier, der Ophidier und vieler Saurier.

Die Knorpel, welche den Kehlkopf bilden, sind bei den beschuppten Amphibien dieselben, wie bei den Vögeln, nur ist ihre Trennung von einander meistens unvollständiger. So sind Schild- und Ringknorpel meistens mehr oder weniger verwachsen (Fig. 167 A—C) zu einem ungetheilten Ring-Schildknorpel (Saurier, Ophidier).

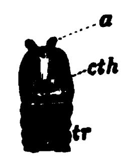



Fig. 167 A. Kehlkopf von Lacerta viridis, von vorn. *cth* Gemeinsamer Ring-Schildknorpel. *a* Cart. arytaenoidea. *tr* Trachealringe (nach Henle).




Fig. 167 B. Kehlkopf desselben Thiers von hinten. Bezeichnung wie vorher (nach Henle). *cth* Ring-Schildknorpel. *a* Giessbeckenknorpel.




Fig. 167 C. Derselbe Kehlkopf von der Seite dargestellt. Bezeichnung wie in Fig. 167 A (nach Henle). *cth* Cart. crico-thyr. *a* Cart. arytaen. *tr* Trachea.

Bei manchen (Crotalus) fehlt auch die Trennung der Cartilagines arytaenoideae, so dass dann das ganze Kehlkopfgerüst (Fig. 168 A u. B) ein ungegliedertes ist.

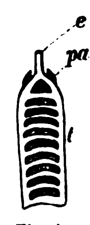



Fig. A.

Fig. 168 A. Kehlkopf und Anfang der Luftröhre von Crotalus horridus, von vorn dargestellt.

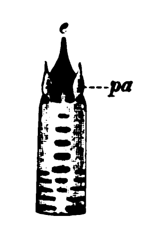



Fig. B.

Fig. 168 B. Der Kehlkopf desselben Thieres von hinten (nach Henle). e Processus epiglotticus. pa Processus arytaenoideus. t Trachea.

Bei den Cheloniern ist dagegen oft (Fig. 169 A u. B) der Ringknorpel vom Schildknorpel selbst getrennt.

Der Eingang des Kehlkopfes ist, wie bei den Vögeln, eine Spalte — sg. Kehlritze — die auch, wie dort, von Cartilagines arytaenoideae, oder, wo diese mit dem Ring-Schildknorpel verwachsen sind, von den Processus arytaenoidei begrenzt wird.

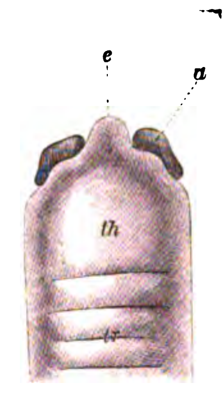



Fig. A.

Fig. 169 A. Kehlkopf von Testudo midas von vorn dargestellt (nach Henle). th Cartilago thyreoidea. e Processus epiglotticus. tr Trachea.

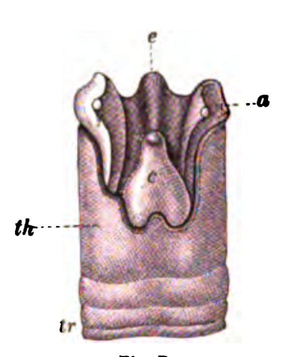



Fig. B.

Fig. 169 B. Derselbe Kehlkopf von hinten gesehen (nach Henle). c Cartilago cricoidea. Die übrige Bezeichnung wie in Fig. 169 A.

Bei den nackten Amphibien, von denen die meisten stimmlos sind, zeigt der Kehlkopf noch grössere Einfachheit, so dass er kaum von der Luftröhre abgesondert erscheint.

Nur bei den ungeschwänzten Batrachiern, wo er Stimmorgan ist, hat er eine, an die der beschuppten Amphibien sich anschliessende Bildung. Er wird von einem Ringschildknorpel und den Giessbeckenknorpeln zusammengesetzt und enthält sehr entwickelte Stimmbänder (Fig. 170 u. 171).

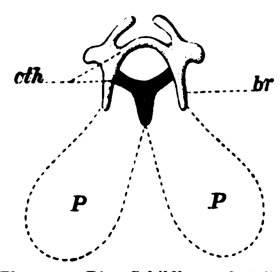



Fig. 170. Ring-Schildknorpel (cth) von Rana temporaria (nach Henle). br Processus bronchialis. P Lunge, mit punktirten Linien angedeutet.

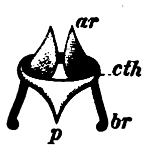



Fig. 171. Kehlkopf von Rana principalis affinis von hinten (nach Henle). cth Ringschildkorpel. p Hinterer Fortsatz desselben. br Processus bronchialis. ar Cart. arytaenoideae.

Einige Frösche, namentlich Hyla, Rana esculenta, besitzen häutige Blasen, welche, am Kiefergelenk liegend, unter der Oeffnung der Tuba Eustachii in die Mundhöhle münden und eine Art Resonanzhöhle zur Verstärkung der Stimme darstellen.

Auch bei manchen beschuppten Amphibien trifft man häutige Anhänge an den Luftwegen. So hat z. B. Chamaeleon einen solchen

blasenförmigen Anhang an der Luftröhre. Allein dieser hat, wie es scheint, nichts mit der Verstärkung der Stimme zu thun, sondern steht wohl mit dem Mechanismus der Zungenbewegung in nähere Beziehung, oder ist Behälter für Athmungsluft (siehe Athemapparat (S. 93).

Bei den Perennibranchiaten (Fig. 172 und Fig. 172 a) liegen dem Kehlkopf und der Luftröhre zwei gemeinsame Knorpelstreifen (*Cartilagines laryngo-tracheales*) zu Grunde, welche nach oben zu den Giessbeckenknorpelfortsätzen (*Processus arytaenoidei*) anschwellen, aus denen die Cartilagines arytaenoideae sich hervorbilden.




Fig. 172. Knorpelgerüst des Kehlkopfes und der Luftröhre von Proteus anguineus (nach Henle). *ltr* Cartilago laryngo-trachealis. *pa* Processus arytaenoideus. P Lungen. P' Blasenförmiger Anhang des hintern Endes derselben.

Bei manchen, z. B. bei Abranchus (Fig. 172 a) u. a. sind sie stellenweise durch Queräste miteinander verbunden oder zeigen doch die Anfänge zu solchen Verbindungen, die bei den höhern Amphibien, z. B. den Ophidiern, zu den Trachealringen werden, an denen die senkrechten Verbindungen noch fortbestehen können (Crotalus) oder, wie meistens, auch schwinden.

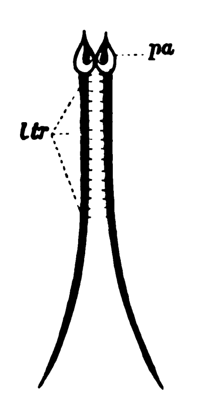



Fig. 172 a. Cartilagines laryngo-tracheales von Abranchus alleghanensis (nach Henle). *ltr* Cartilago laryngo-trachealis. *pa* Processus arytaenoideus.

Ueberblickt man nun noch die mancherlei Verschiedenheiten, welche das Knorpelgerüst des Kehlkopfes der Amphibien darbietet, so gewährt dies insoweit noch ein besonderes Interesse, als man gerade hier, nach den Untersuchungen von Henle, erkennen kann, wie aus der sehr einfachen Anlage, welche die Perennibranchiaten besitzen, durch mannigfache Umwandlung allmählig das sehr entwickelte und vielfach gegliederte Kehlkopfgerüst der höheren Thiere und des Menschen sich hervorbildet.

In seiner einfachsten Form wird dieses Kehlkopfgerüst von den oberen Enden der Cartilagines laryngo-tracheales gebildet, die nur den spaltförmigen Kehlkopfeingang — die sog. Kehlritze — zu stützen haben. Wo ein stärkeres Gerüst erforderlich wird, da werden durch transverselle Aeste die beiderseitigen Knorpelstreifen miteinander verbunden, und so die Bildung von Trachealringen eingeleitet. Hiernach verwachsen die obersten

Ringe zu einem festeren ungegliederten Gerüste — Cartilago laryngis — um da, wo dieses einer mannigfaltigeren Bewegung bedarf, secundär wieder in einzelne Glieder, jedoch nicht in Ringe, sondern in Stücke zu zerfallen, deren Zahl und Form durch die bei den höheren Thieren mehr hervortretenden Kehlkopffunctionen, besonders durch die Stimmfunction, bedingt werden.

Bei den schwanzlosen Batrachiern, Sauriern und den meisten Ophidiern lösen sich nur die Processus arytaenoidei vom übrigen noch ungetheilt bleibenden Theil, dem Ring-Schildknorpel, beweglich ab und stellen nun die Cartilagines arytaenoideae dar.

Bei den Cheloniern und Krokodilen löst sich von dem Ring-Schildknorpel hinten eine rundliche Platte als Ringknorpel ab, der aber seinen Namen noch nicht mit Recht trägt, da nicht er, sondern der Schildknorpel die Kehlkopfhöhle noch ringförmig umschliesst.

Bei den Vögeln löst sich von dem Schildknorpel beiderseits hinten je ein Stück noch weiter ab, das zwar noch als Theil des Schildknorpels aufgefasst zu werden pflegt, aber mit dem gleichen anderseitigen entschieden die Bildung des an die Ringknorpelplatte sich anschliessenden, vordern Bogens der wirklich ringförmigen Cartilago cricoidea der Säugethiere und des Menschen vorbereitet.

Der Muskelapparat des Kehlkopfes der Amphibien ist so einfach als sein Bau. Bei den geschwänzten nackten Amphibien finden sich meistens nur zwei Muskeln, ein Erweiterer und ein Verengerer vor, während bei den schwanzlosen Batrachiern drei Paare, die vom Zungenbein abgehen, vorhanden zu sein pflegen.

Auch die beschuppten Amphibien haben in der Regel nur einen Erweiterer und einen Verengerer des Kehlkopfes. Bei den Ophidiern finden sich statt derselben oder auch neben dem einen oder andern dieser beiden zwei Paar Muskeln vor, welche theilweise an die Luftröhre sich befestigen und als Rück- und Vorwärtszieher des Larynx fungiren.

---

## 4. Gefässapparat.

### A. Der Wirbelthiere.

#### 1. Vom Gefässapparat im Allgemeinen.

Der Gefässapparat ist unter den Gliedern des Ernährungsapparates entschieden das wichtigste. Er ist der Mittelpunkt, von welchem alle Ernährung und alles Leben ausgeht. In ihm sammeln sich alle Nährstoffe, ehe sie an den Heerd des Stoffwechsels gebracht und im Organismus verwerthet werden. In ihm sammelt sich aber auch alles, was als untauglich aus dem Körper ausgeschieden werden soll. Die Organe, aus denen er zusammengesetzt ist, sind die Gefässe *(Vasa)*, die Bahnen, welche die Circulation der Nährsäfte vermitteln. Nährsäfte sind:

a) Das Blut *(Sanguis)*, eine an zelligen Elementen (Blutkörperchen) reiche dunkelrothe Flüssigkeit,

b) Die Lymphe *(Lympha)*, eine farblose, wasserhelle Flüssigkeit, und

c) Der Milchsaft *(Chylus)*, eine Flüssigkeit von milchigem Aussehen.

Beide letztere enthalten zwar auch zellige Formelemente (Lymph- und Chyluskörperchen), doch nicht so reichlich, wie das Blut.

Das Blut ist unter diesen Nährsäften jedenfalls der bedeutsamste und vorzüglich der Träger derjenigen Nährstoffe, welche es aus dem Verdauungs- und Athemapparat schöpft, um sie der Substanz der Körperorgane zuzutragen. Es ist der eigentliche Vermittler zwischen letzteren und der Aussenwelt, welche ihm sowohl die Nährstoffe liefert, als auch das, durch's Leben unbrauchbar Gewordene davon wieder zurückempfängt.

Die Bahnen, welche das Blut nach allen Körperorganen führen, wie auch von diesen wieder zurückleiten, sind die Blutgefässe *(Vasa sanguifera)*, Röhren mit selbstständiger Wandung. Auf ihrem Wege nach den Organen theilen sie sich baumartig in immer feinere Aeste, Zweige und Reisser, und in den Organen selbst lösen sie sich schliesslich in ein Netz feinster Röhrchen, in das sog. Capillargefässnetz *(Rete vasorum capillarium)* auf. Dieses durchdringt die Substanz der Körpertheile und bildet hauptsächlich die Stätte, wo das Blut mit der Körpersubstanz in Wechselwirkung tritt, d. h. Bestandtheile zur Ernährung an letztere abgibt und dafür andere aufnimmt, welche, als Zersetzungs- und Rückbildungsproducte des Lebensprocesses, zur Unterhaltung dieses untauglich sind. Daher wird das Blut, nachdem es diesen Stoffumtausch eingegangen hat, sofort von den Organen wieder weggeführt, um durch anderes ersetzt zu werden.

Seine Zufuhr zu den Organen ist eine ununterbrochene, nur periodisch verstärkte. Desshalb die Zufuhrbahnen nicht auch für die Wegfuhr wieder benutzt werden konnten, für diese vielmehr besondere angelegt werden mussten.

Die ersteren, welche centrifugalführende Blutbahnen sind, stellen die Puls- oder Schlagadern *(Arteriae)*, die letzteren dagegen, welche centripetal d. h. von den Organen wegleitende sind, die Blutadern *(Venae)* (Fig. 173) dar. Da die beiderlei Blutbahnen an ihrem centralen Ende

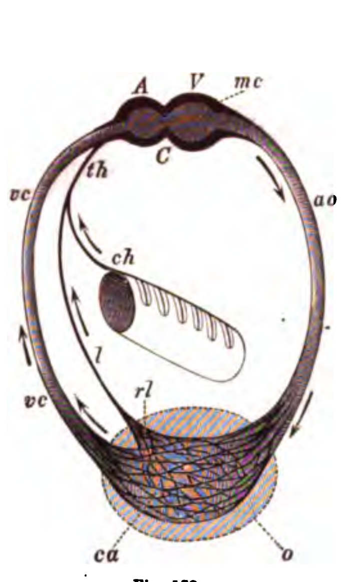



Fig. 173.

Fig. 174.

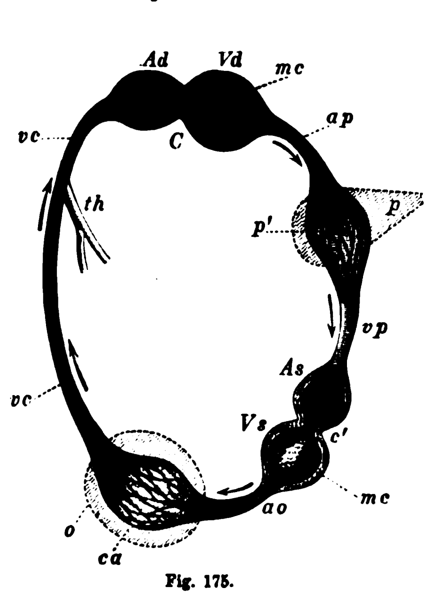



Fig. 175.

Fig. 173 — 175. Schemata des Gefässapparates. *C* Herz, Venöses oder Lungenherz *(cor venosum s. pulmonale)*. *c'* Arteriöses oder Körperherz (*cor arteriosum s. aorticum*). *A* Vorhof. *Ad* Vorhof des venösen Herzens. *As* Vorhof des arteriösen Herzens. *mc* Herzmuskulatur. *ao* Körperarterie (*Aorta*). *c* Körperorgane. *ca* Körpercapillarnetz. *vc* Körpervene (*Vena cava*). *ar* Arteria respiratoria. *R* Athmungsfläche, Athmungsorgan (Kieme oder Lunge). *cr* Respiratorisches Capillarnetz. *p* Lunge. *p'* Lungencapillarnetz. *th* Gemeinsamer Stamm der Saugadern (*Truncus lymphat. communis s. Ductus thoracicus*). *ch* Chylusgefässe (*Vasa chylifera*) vom Verdauungsappart (*i*) den Chylus wegführend. *l* Lymphgefässe (*Vasa lymphatica*) von den Körperorganen die Lymphe wegleitend. *rl* Netz der Lymphgefässe in den Körperorganen.

ebenso wohl in einander überführen, als sie an ihrem peripherischen durch die Capillargefässe zusammenhängen, — so bilden sie eine Kreisbahn. Daher der Weg, den das Blut zurücklegt, Kreislauf *(Circuitus sanguinis)* bezeichnet wird.

Am centralen Ende bildet der Gefässkreis eine, mit kräftiger Muskulatur umlegte Erweiterung — das Herz* *(Cor)*, — dessen Höhle von der einen Seite die Venen aufnimmt und an der andern die Arterien aussendet (Fig. 173 *c*). Es ist wesentlich ein Pumpwerk, ein Propulsionsorgan, durch welches das Blut auf seiner Bahn vorwärts getrieben wird; zuerst vom Herzen nach den Körperorganen, dann durch die Capillaren der letzteren hindurch nach den Venen, bis es schliesslich zu ersterem zurückgelangt, um von Neuem durch dasselbe ausgetrieben zu werden.

Die Stärke und Geschwindigkeit des Blutstromes nimmt in dem Maasse ab, als die Entfernung vom Herzen zunimmt. Daher in den Arterien das Blut rascher fliesst, als in den Venen. Doch wird die Geschwindigkeit der Blutbewegung noch von mancherlei anderen Verhältnissen beeinflusst, insbesondere dadurch, dass die Höhle der Gefässbahn in der Richtung nach den Organen eine allmählige Erweiterung und zwar in der Art erfährt, dass die Aeste und Zweige zusammen jeweils einen grösseren Durchmesser, als die Stammgefässe, besitzen, und die Summe der Durchmesser der Capillargefässe endlich den Durchmesser derjenigen Stammgefässe, aus denen sie hervorgingen, in solchem Grade übertrifft, dass man diesen Theil der Blutbahn einem See vergleichen könnte, zu dem ein Strom in seinem Verlaufe allmählig sich erweitert. Daher, wie in einem zum See erweiterten Strombette, so auch hier, in den Capillargefässen, die Strömung am langsamsten, langsamer als in den Venen, ist. Für den Stoffverkehr zwischen Blut und Organensubstanz ist diese Einrichtung des Blutlaufes natürlich von grösster Bedeutung. Denn wo das Blut langsam an der Gefässwand vorbeigeführt wird, findet es leichter Gelegenheit, Stoffe durch jene nach aussen abzugeben, als da, wo es sehr rasch vorüber geleitet wird.

Da während der Contraction des Herzens nicht gleichzeitig seine Füllung mit Blut erfolgen und während dieser nicht auch zugleich letzteres in die Arterien ausgetrieben werden kann, sondern dann erst, wenn die Füllung erfolgt ist, — so muss nothwendig die Austreibung in die Arterien um dasjenige Zeitmaass unterbrochen sein, welches die Füllung der Herzhöhle von den Venen her in Anspruch nimmt. Um nun diese Pause zwischen zwei aufeinander folgenden Blutaustreibungen möglichst abzukürzen, hat sich das Herz durch Einschnürung in zwei Höhlen gesondert (Fig. 173 *A V*), eine, welche die Venen aufnimmt (*A*) — Vorhof des Herzens *(Atrium cordis)* — und eine, welche die Arterien aussendet *(V)* — Herzkammer *(Ventriculus cordis)*. Es haben dieselben zugleich eine solche Einrichtung erhalten, dass sie sich nie gleichzeitig, sondern stets abwechselnd zusammenziehen, so dass die eine Abtheilung in Zusammenziehung tritt, während die andere sich erweitert und umgekehrt.

Dadurch wurde eine Geschäftstheilung und eine Abkürzung der Pause,

welche zwischen zwei Blutaustreibungen liegt, um die Hälfte der Zeit ermöglicht, welche sonst nothwendig war. Denn während die Herzkammer durch ihre Contraction Blut austreibt, kann der unterdessen sich erweiternde Vorhof schon wieder Blut aufnehmen, ohne die Beendigung der Austreibung der Kammer abwarten zu müssen, und nach erfolgter Austreibung des Bluts findet die sich nun erweiternde Herzkammer schon das zu ihrer Füllung erforderliche Quantum Blut, das sich im Vorhof angesammelt hat, vor, um sofort mit solchem sich zu füllen, und es wieder auszutreiben.

Wenn nun auch die Pausen zwischen zwei Herz-Contractionen durch die geschilderte Einrichtung wesentlich abgekürzt wurden, so erfolgt die Austreibung doch noch absatzweise mit unterbrechenden Pausen.

Ungeachtet dessen aber ist die Strömung des Blutes in den Arterien doch keine unterbrochene, sondern eine continuirliche, nur absatzweise verstärkte, was durch die Elasticität der Wandung der Gefässröhren bewirkt wird, welche die Strömung des absatzweise aus dem Herzen ausgetrieben werdenden Blutes ähnlich in eine ununterbrochene umwandelt, als die in dem Windkessel über dem Wasser einer Feuerspritze befindliche Luft den Strahl des absatzweise ausgetrieben werdenden Wassers in einen continuirlichen periodisch verstärkten umwandelt.

Da das von den Körperorganen zurückkehrende Blut an ernährenden Elementen ärmer, an solchen aber, die zur Ernährung unbrauchbar sind, reicher geworden ist, war 1) ein Wiederersatz der bei dem Stoffwechsel in den Organen eingebüssten ernährenden Bestandtheile und 2) eine Abnahme seiner für die Ernährung unbrauchbaren Stoffe nothwendig, wenn nicht allmälig ein gänzlicher Verlust seiner ernährenden Eigenschaften, gleichsam eine Erschöpfung desselben, erfolgen und die Fähigkeit zur Erfüllung seines Zweckes ihm nicht abhanden kommen soll. Dieser Wiederersatz verloren gegangener und die Wiederabnahme aufgenommener unbrauchlicher Stoffe wird nun auf verschiedene Weise bewerkstelligt.

1) Wird dem venösen Blute schon einiger Ersatz für die eingebüssten Stoffe dadurch geliefert, dass, wenn die Abgabe von ernährenden Bestandtheilen desselben aus den Capillargefässen grösser ist, als der Bedarf von Seite der zu ernährenden Organe, der sich ausserhalb der Gefässe ergebende Ueberschuss wieder in das Blut zurückgebracht wird. Daher alle Organe, in welchen ein durch Blutgefässe vermittelter Stoffwechsel Statt hat, noch von einem andern Netz von Röhren durchzogen sind (Fig. 173 *rl*), welche die Eigenschaft besitzen, Flüssiges in ihrer Umgebung in ihre Höhlung einzusaugen. Es sind dies die Saugadern (*Vasa absorbentia*), die auch nach dem Inhalte (Lymphe) Lymph-Gefässe (*Vasa lymphatica*) heissen. Gleich den Venen vereinigen sie sich in centripetaler Richtung

zu Zweigen, Aesten und Stämmen, welche ihren, in den Organen aufgesogenen, Inhalt nahe bei dem Herzen in die Venen wieder entleeren.

2) Wird dem Blute ein sehr wesentlicher Ersatz dadurch geboten, dass die durch den Verdauungsapparat aus den Nahrungsmitteln gewonnenen Nährstoffe — Milchsaft *(Chylus)* — durch Saugadern, s. g. Chylusgefässe — aus der Verdauungshöhle (Fig. 173 *ch*) aufgenommen und in den gemeinsamen Körpersaugaderstamm — Milchbrustgang *(Ductus thoracicus)* eingeführt werden, um gemeinschaftlich mit dem Inhalte der übrigen Körpersaugadern in das Blut ergossen zu werden (Fig. 173 *th*).

Allein diese Ergänzungen genügen noch nicht, um dem Blute die vollständige Wiederherstellung seiner ernährenden und belebenden Eigenschaften zu ermöglichen. Dazu bedarf es noch, sowohl der Zufuhr von Sauerstoff, den es beim Stoffwechsel eingebüsst hat, als auch der Abnahme der, von den Organen aufgenommenen Zersetzungsproducte des Stoffwechsels, besonders der Kohlensäure. Um nach diesen zwei Richtungen hin das Blut vollständig zu restauriren, wird es 3), ehe es wieder in die Körperarterien eingetrieben wird, vom Herzen aus nach der Athmungsstätte (Fig. 174 *R*) geführt, um hier mit einem sauerstoffreichen und kohlensäurearmen Medium der Art in Wechselwirkung zu treten, dass es von letzterem Sauerstoff aufnimmt und Kohlensäure abgibt.

Daher geht die aus dem Herzen hervorkommende Arterienbahn (Fig. 174 *ar*), statt direct nach den Körperorganen, zunächst nach dem Athmungsapparat *(Arteria respiratoria)*, um an der Athmungsfläche zu einem respiratorischen Capillarnetz (*cr*) sich aufzulösen. In diesem findet die erwähnte Wechselwirkung des Blutes mit dem Athmungsmedium statt, nach welcher es durch die Venen *(Venae respiratoriae)* (*vr*), die aus dem respiratorischen Capillarnetz hervorgehen (*vr*), wieder weggeleitet und in den gemeinsamen Körperarterienstamm (*ao*) eingeführt wird, um nun erst nach den verschiedenen Körperorganen gebracht (*o*) zu werden (*ca*). Hiernach muss der gesammte Gefässapparat nothwendig aus zwei Abtheilungen gebildet sein, aus einer, die für den Kreislauf des Blutes — Blutgefässapparat, Blutgefässsystem — und einer, welche für die Aufsaugung der Nährsäfte und deren Ueberleitung in das Blut — Lymphgefässapparat, Saugader- oder Lymphgefässsystem — bestimmt ist. Letzteres stellt nur einen Anhang des ersteren dar.

## 2. Blutgefässapparat.

v. Baer, Ueb. d. Gefässsystem d. Braunfisches, in Act. academ. Leopold-Carol. Bd. XVII. — Barkow, Ueber einige Eigenthümlichkeiten der Schlagadern der Fischotter, in Meckel's Archiv. 1829. S. 90. — Derselbe, Untersuchungen üb. d. Schlagadersystem d. Vögel, ebendaselbst. 1829. S. 305. — Derselbe, Das anthropotomische Museum in Breslau. II. Theil: Comparative Morphologie. Breslau 1862. IV. Theil:

Das Gefässsystem der Säugethiere. Breslau 1866. — Bardeleben, Ueb. Vena azygos, hemiazygos u. coronaria cordis, bei Säugethieren, in Müller's Archiv 1848. S. 497. — Bauer, Disquisitiones circa nonnullar. avium systema arteriosum. Berol. 1825. — Th. Lud. Bischoff, Bau d. Krokodilherzens, in Müller's Archiv 1835. S. 347. — Bojanus, Anatome testudinis europaeae. Viln. 1819—21. — Bonnsdorf (Ueb. d. Nierenpfortader bei Lota) in Act. societatis fennic. Helsingf. 1851. — Brücke, Beiträge z. vergl. Anatom. u. Physiol. d. Gefässsystems, in d. Denkschriften d. kaiserl. Academie d. Wissenschaften zu Wien. Bd. III. S. 335. — Burow, De vasis sanguiferis ranarum. Regiomonti. 1834. — C. G. Carus u. Otto, Erläuterungstafeln z. vergl. Anatomie. Hft. 6. — Descriptive and illustrated Catalogue of the physiological Series of comparative anatomy contained in the Museum of the royal College of Surgeon in London. London 1834. Vol. II. pag. 154. pl. 25. — Corti, De systemate vasorum Psammosauri grisei. Vindobonae 1847. — Cuvier, Vorlesungen üb. vergl. Anat. Bd. IV. — R. Denne, Das arterielle Gefässsystem v. Acipenser Ruthenus. Wien 1860. — Fritsch, Vergl. Anatomie d. Amphibienherzens, in Müller's Archiv. 1869. S. 654. — Gruby, Recherches anatomiques sur le système veineux de la Grenouille, in Ann. de sc. nat. 2. Ser. T. 17. pag. 209. — Hahn, Commentatio de arteriis anatis. Hannov. 1830. — Gurlt, anatom. Abbildungen der Haussäugethiere. — Marshall Hall, A critical and experimental essay on the circulation of the blood. London 1831. — Hyrtl, Beobachtungen aus d. Gebiete d. vgl. Gefässlehre, in d. med. Jahrb. des kaiserl. österreichischen Staates. Bd. 24. S. 69; 232; 376. — Derselbe, Das arterielle Gefässsystem d. Edentaten in d. Denkschriften d. kais. Acad. d. Wissensch. z. Wien. B. VI. S. 21. — Derselbe, d. art. Gefässsystem d. Monotremen. Bd. V. S. 1. — L. Jacobson, De systemate venoso peculiari in permultis animalibus observato. Hafn. 1821. — Jacquart, Mémoire sur plusieurs points du système veineux abdominal du Caiman, in Ann. de sc. nat. 4. T. 9. pag. 129. — Derselbe, Mém. sur les organes de la circulation chez le Python, in Ann. d. sc. nat. 4. Ser. T. 4. pag. 321. — Jourdain, Recherches sur la veine porterenale, in ann. de. sc. nat. 4. Ser. T. 12. pag. 134 et 321. — Leisering, Atlas der Anatom. d. Pferdes und d. übr. Haussäugethiere. Leipzig 1861. — Meckel, System der vergl. Anatomie. Bd. 5. — J. Müller, Vergl. Anatomie d. Myxinoiden. 3. Fortsetzung. Gefässsystem. In den Abhandlungen d. Acad. d. W. zu Berlin f. d. Jahr 1839. S. 175. — Derselbe, Ueber Gefässsystem d. Fische. Ebend. 1739, S. 192. — Derselbe, Ideen z. Vergleichung der Blutgefässstämme der verschied. Klassen der Wirbelthiere. Ebendas. Jahrg. 1839. S. 281. — Derselbe, Ueber die Wundernetze. Ebend. Jahrg. 1839. S. 254—281. — Derselbe, Ueb. d. Bau des Branchiostoma lubricum. Ebend. Jahrg. 1842. S. 79. — Eschricht u. J. Müller, Die art. und venös. Wundernetze an d. Leber der Fische. Ebend. Jahrg. 1835. S. 1. u. 325. — Neugebauer, Systema venosum avium cum eo mammalium et inprimis hominis collotum, in nov. act. Acad. Leopold-Carol. natur. curiosor. Bd. XXI. — Nicolai, Ueb. den Verlauf und die Vertheilung der Venen bei Vögeln, Amphibien u. Fischen, besonders die von den Nieren betreffend. In Isis 1826. S. 404. — Nitsch, Observationes de avium art. carotid. comm. Hal. 1829. — Rapp, Ueber d. Wundernetze, in Meckel's Archiv. 1827. S. 1. — Rathke, Ueb. d. Carotiden der Krokodile und Vögel, in Müller's Archiv 1850. S. 184. — Derselbe, Ueb. d. Leber u. d. Pfortadersystem d. Fische. In Meckel's Archiv. 1826. S. 126. — Derselbe, Ueb. d. Carotide d. Schlangen, in den Denkschr. d. kaiserl. Academ. d. Wissenschaften. Bd. XI. — Derselbe, Untersuchung üb. d. Aortenwurzeln und die von ihnen ausgehenden Arterien der Saurier. Mit vier Tafeln. Wien 1857. Auch in den Denkschriften der kaiserl. Academie d. Wissensch. zu Wien. Bd. XIII. — Retzius, Beitr. z. Anatomie des Ader- und Nervensystems der Myxine glutinosa, in Meckel's Archiv. 1826. S. 336. — Sabatier, Observations sur les transformations du système aortique dans la série de Vertèbres, in Ann. de sc. n. 5me Sér. Tom. 19. Artic. 2. — Schröder v. d. Kolk et Vrolik, Recherches sur les pluxus vasculaires chez différents animaux, in Ann. de sc. nat. 4. Sér. T. 5. pag. 141. pl. 4. — Theile, Arteriensystem von Simia Inuus, in Müller's Archiv. 1852. S. 410. — Tiedemann, Anatomie des Fischherzens. Landshut 1809. — Allen Thomson, Circulation, in Todd's Cyclopaedia. Vol. I. pag. 638. — Vautherin, Observations sur quelques points de l'organisation des Chéloniens, in ann. de sc. nat. 5. Ser. T. 13. artic. 7. — R. Wagner, Icones zootomicae.

Nach dem Vorausgehenden besteht der Blutgefässapparat in seiner einfachsten Anlage (Fig. 174) aus

a) einem (venösen) Herzen (*c*), dessen Vorhof (*A*) die Körpervenen (*vc*) aufnimmt und dessen Kammer (*v*) eine Arterie (*ar*) — Arteria respiratoria — die das venöse Körperblut zu Athemorganen (*R*) führt, aussendet.

b) einem respiratorischen Capillarnetze (*cr*), in welches von der einen Seite jene einführt und aus dem von der andern

c) die Venae respiratoriae (*vr*) hervorgehen. Sie leiten das geathmete arterielle Blut von der Athmungsstätte weg, und führen es

d) in die Körperarterie (*ao*) (*Aorta*) über, um es an die Stätte des Stoffwechsels, d. h. in

e) das Körpercapillarnetz (*ca*) gelangen zu lassen. Hiernach wird dasselbe als venöses Blut durch

f) die Körpervenen (*vc*) (*Venae cavae*), welche ihre Wurzeln aus dem letztern nehmen, nach dem Herzen wieder zurückgebracht.

Diese Gefässanlage scheint allen wesentlichen, durch den Stoffwechsel im Körper gestellten Anforderungen zu entsprechen. Nur den einen Nachtheil hat sie noch, dass auf die Bewegung des arteriellen Blutes der Aorta nur das jenseits des respiratorischen Capillarnetzes liegende (venöse) Herz einwirkt, und desshalb dieselbe auf der Aortenbahn eine nur sehr geschwächte sein kann. Wo also in den Körperorganen ein lebhafter Stoffwechsel Statt hat und sonach ein rascher Blutzufluss erforderlich ist, kann eine solche Einrichtung offenbar nicht genügen.

Daher findet man von dieser Gefässanlage nur bei den niedersten Wirbelthieren, bei den Fischen, bei denen der Stoffwechsel am schwächsten ist, Gebrauch gemacht. Bei den übrigen höheren Wirbelthieren erhält auch die Aortenbahn ein Propulsionsorgan, ein zweites Herz (Fig. 175 *c*), dessen Vorhof (*As*) durch die Venae respiratoriae (*vp*) das arteriell gewordene Blut vom Athmungsorgane (*p*) aufnimmt und dessen Herzkammer (*Vs*) dasselbe durch die Körperarterie (*av*) mit neu verstärkter Kraft nach den Körpertheilen (*ca*) austreibt. Hier wird also das Blut auf seiner Bahn durch zwei Herzen vorwärts bewegt, wesshalb sein Lauf viel kräftiger und schneller von Statten geht. Das eine (*c'*) dieser beiden Herzen liegt auf der venösen Seite der Kreislaufsbahn. Es nimmt das von den Körperorganen kommende venöse Blut auf und treibt es nach der Athmungsstätte (*p*), daher venöses oder respiratorisches Herz (*Cor venosum s. respiratorium s. pulmonale*), auch nach seiner rechtsseitigen Lage rechtes Herz (*Cor dextrum*) genannt. Das andere (*e*) liegt auf der arteriellen Seite, nimmt das arterielle Blut vom Athmungsorgan auf (*vp*) und treibt es nach den Körperorganen (*av*) — arterielles Herz, Körperherz (*Cor arteriosum s. aorticum*), auch nach seiner linksseitigen Lage linkes Herz (*Cor sinistrum*) bezeichnet.

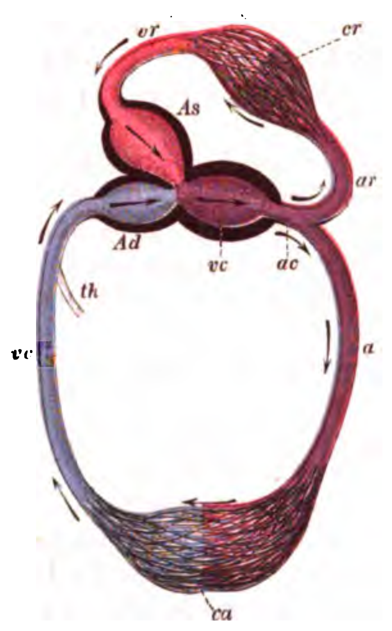



**Fig. 176.** Schema des Kreislaufes bei den nackten Amphibien. Das Herz hat zwei Vorhöfe (*As Ad*), die in einen gemeinsamen Ventricul (*vc*) führen, der einen gemeinsamen Arterienstamm (*ac*) entsendet für die arteria respiratoria (pulmonalis) sowohl, als auch für die Aorta (*a*). Die sonstigen Bezeichnungen haben die gleiche Bedeutung, wie in den vorhergehenden Figuren.

Mit dieser verbesserten Einrichtung des Blutumlaufes sind besonders die beschuppten Amphibien (Reptilien), die Vögel, Säugethiere und der Mensch versehen, während die niedriger stehenden nackten Amphibien (Batrachier und Perennibranchiaten) eine Anordnung des Gefässapparates haben (Fig. 176), die zwischen jener einfachsten bei den Fischen und dieser vollkommeneren der höheren Wirbelthiere steht und gleichsam den Uebergang von jener zu dieser vermittelt. Diese Thiere haben zwar zwei Vorhöfe, einen rechten (*Ad*), der das venöse Körperblut, und einen linken (*As*), der das arterielle Blut vom Athmungsorgan aufnimmt, aber nur eine gemeinschaftliche Herzkammer (*Vc*), in welche beide Vorhöfe ihr Blut, also der rechte sein venöses und der linke sein arterielles, einführen und aus welcher ein gemeinsamer Arterienstamm (*ac*) hervorgeht, welcher durch Theilung in eine Lungenarterie (*ar*) und Aorta (*a*) das gemischte Kammerblut theils in das Athmungsorgan, theils zu den Körperorganen führt.

Diese Einrichtung hat zwar, gegenüber derjenigen bei den Fischen, die Vortheile der vollkommeneren Anordnung bei den höheren Wirbelthieren insoweit, als sowohl die Blutbahn nach dem Athmungsorgan, als auch die nach den Körperorganen ein Propulsionswerkzeug besitzt, demnach der Blutlauf nach den Organen rascher und kräftiger erfolgt, als bei den Fischen. Sie hat aber den Nachtheil, dass die Aortenbahn nicht rein arterielles Blut, sondern mit venösem Körperblut gemischtes den Organen zuführt. Es scheint daraus hervorzugehen, dass für einen lebhafter von Statten gehenden Stoffwechsel es wichtiger ist, dass der Blutlauf durch die Organe rascher erfolgt, als dass den letzteren nur arterielles Blut zugeführt wird. Denn man muss den Stoffwechsel der nackten Amphibien nach der höheren Stufe ihrer ganzen Organisation für lebhafter halten, als den der Fische.

Was nun die Anordnung bei den höheren Wirbelthieren anbelangt, so hat man, um das benutzte Schema der zwei Herzen mit der Wirklichkeit, wo man stets nur von einem Herzen spricht, mehr in Einklang zu bringen, erstens zu berücksichtigen, dass die beiden Herzen nicht, wie im Schema

auseinanderliegen, sondern der Art zusammengelegt sind (Fig. 177), dass die gleichnamigen Abtheilungen nicht allein einander berühren, sondern an ihren Berührungsflächen selbst mit einander verwachsen sind, so dass beide Herzen einen vierfächerigen hohlen Körper bilden, den man kurzweg Herz (*Cor*) nennt. Derselbe ist aber aus dem rechten und linken Herzen zusammengesetzt und seine gleichnamigen Höhlen, also rechter und linker Vorhof, rechte und linke Herzkammer sind durch ein Septum (Fig. 178) von einander getrennt, während die ungleichnamigen Höhlen derselben Seite, also die des rechten Vorhofes und der rechten Herzkammer, und die des linken Vorhofes und der linken Herzkammer mit einander in Verbindung stehen.

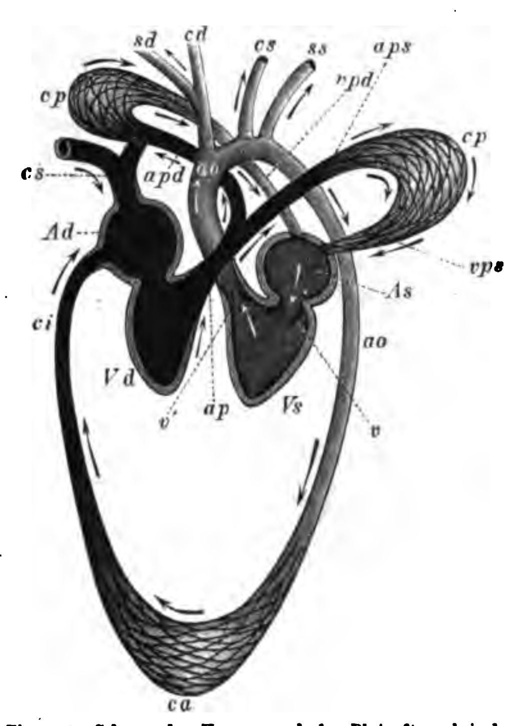



**Fig. 177.** Schema des Herzens und der Blutgefässe bei den höheren Wirbelthieren. *Ad* Vorhof des venösen Herzens. *Vd* Ventrikel desselben. *cs* Vena cava superior. *ci* Vena cava inferior. *ap* Art. pulmonalis. *aps apd* Linker und rechter Ast derselben. *cp* Respiratorisches Gefässnetz. *vps vpd* Linke und rechte Lungenvenen. *As* Vorhof des arteriellen oder Körperherzens. *Vs* Ventrikel desselben. *v* Klappen am Ostium atrioventriculare sinistrum et dextrum. *v'* Klappen am Ostium arteriosum. *ao* Aorta. *cd sd* Carotis u. Art. subclavia dextra. *cs ss* Dieselben Arterien für die linke Seite. *ca* Körpercapillarnetz.

Zweitens gehen die Arterien, welche die Herzkammern entsenden, nicht an der Stelle, welche der Einmündung der Vorhöfe gegenüber steht, sondern im Gegentheil dicht neben der Vorhofsmündung (*Ost. venosum*) im rechten Herzen links, im linken rechts von derselben, aus ihr hervor, so dass der, dem Ost. venosum gegenüber liegende Theil der Herzkammer blindsackartig geschlossen ist (Fig. 177 *Vd Vs*).

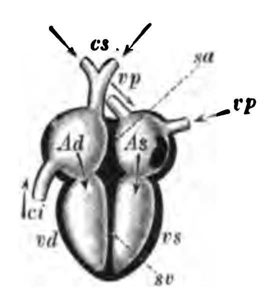



**Fig. 178.** Schematischer Durchschnitt durch die Vorhöfe und Ventrikeln des Herzens. *cs ci* Obere und untere Hohlvene. *vp* Venae pulmonales. *Ad As* Rechter und linker Vorhof. *sa* Septum atriorum. *vd vs* Rechte und linke Herzkammer. *sv* Septum ventriculorum.

Drittens ist das Athmungsorgan doppelt, eine rechte und linke Lunge, daher auch die Blutbahnen nach den Lungen und von ihnen wieder zurück doppelt sind (Fig. 178).

Viertens wird das venöse Körperblut nicht durch e i n e Vene zum Herzen zurückgeführt, sondern durch zwei, von denen eine aus dem hinter

(unter) dem Herzen befindlichen Körpertheil das Blut zurückführt, untere Hohlader *(Vena cava inferior)* (*ci*) und die andere, obere Hohlader *(Vena cava superior)* (*cs*), das Blut aus dem vorderen (oberen) Körpertheil aufnimmt und bei Vögeln und Amphibien doppelt ist, daher man hier von zwei Venae cavae superiores spricht.

Fünftens unterscheidet man, jedoch ohne dass es ganz correct wäre, an den Bahnen des Blutkreislaufes derjenigen Wirbelthiere, welche ein Doppelherz haben, einen grossen und kleinen Kreislauf, also auch Gefässe des grossen und kleinen Kreislaufes.

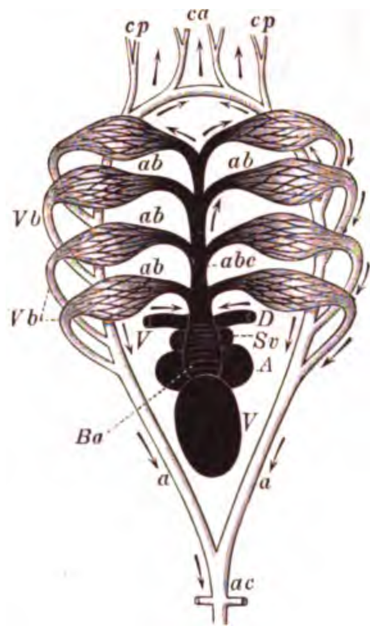



**Fig. 179.** Fischherz mit den Kiemengefässen. *D* Ductus Cuvieri. *Sv* Sinus venosus communis, in welchem die vorhergehenden sich vereinigen. *A* Vorhof. *V* Herzkammer. *Ba* Balbus arteriosus. *abc* Stamm der Kiemenarterien (*Truncus branchialis communis*), nach beiden Seiten die Kiemenarterien (*ab*) abgebend. *Vb* Venae branchiales, welche durch ihren Zusammenfluss die Aortenwurzel (*a*) jederseits bilden. Diese entsendet nach vorn die Arterien zum Kopf (*cp ca*) und bildet durch Zusammenfluss mit der anderseitigen den vordern Schluss des Circulus cephalicus, während nach hinten durch ihr Zusammenfliessen die Aorta communis (*ac*) erzeugt wird.

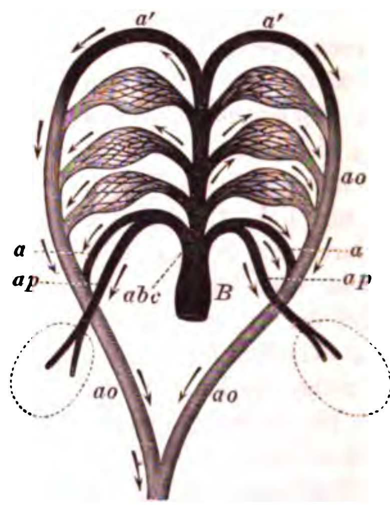



**Fig. 180.** Schema der Kiemen- und Lungengefässe nebst den Aortenwurzeln bei den Lungenfischen. *B* Bulbus art. *abc* Arteria branchialis communis, deren erstes Astpaar, anstatt an die Kiemen zu gehen, die art. pulmonalis (*ap*) entsendet und mit dem Rest (*a*) in die Aortenwurzel (*ao*) sich fortsetzt. a' a' Die beiden vordern Aeste, welche als Aortenbogen gleichfalls direct in Aortenwurzeln (*ao*) übergehen.

Grosser Kreislauf wird von der aus dem linken Herzen entspringenden Aorta, den Körpercapillaren und den in das rechte Herz sich einsenkenden Körpervenen *(Venae cavae)* —, kleiner Kreislauf von der aus dem rechten Herzen entspringenden Lungenarterie, den Lungencapillaren und den in's linke Herz einmündenden Lungenvenen gebildet.

### a. Vom Herzen der Wirbelthiere und den mit ihnen zusammenhängenden grossen Gefässstämmen.

#### α. *Vom Herzen der Fische.*

Es ist ausschliesslich venöses oder Kiemenherz, aus einem Vorhof und einer Herzkammer (Fig. 179) bestehend. Der Vorhof nimmt die Körper-

venen (*D*), nachdem dieselben vorher zu einem vorhofähnlichen Sack (*Sinus venosus)* sich vereinigt haben (*Sv*), auf und besitzt an der Einmündung zum Verschluss klappenähnliche Vorsprünge. Nur bei den Lungenfischen (Dipnoi), die ausser durch Kiemen auch durch Lungen athmen, finden sich, wie bei den nackten Amphibien, zwei Vorhöfe, ein rechter und linker vor, obschon das sie trennende Septum meistens sehr unvollständig ist.

Die Einmündung des Vorhofes in die Herzkammer — *Ostium venosum*) — besitzt in der Regel zwei halbmondförmige Klappen *(Valvulae atrioventriculares)*, welche den Rücktritt des in die Herzkammer eingeführten Vorhofblutes verhindern. Bei den Rochen indess finden sich drei solcher Klappen vor und beim Stör ist, wie bei den Säugethieren, eine förmliche Valvula tricuspidalis vorhanden.

Die arteriöse Kammermündung — *(Ostium arteriosum)* — besitzt bei den meisten Fischen, namentlich den Knochenfischen, Dipnoi und Cyclostomen, ein Paar halbmondförmiger Klappen (*Valvulae semilunares*), um den Rücktritt des Blutes in die Kammer zu verhindern. Beim Stör und den Plagiostomen indess finden sich statt dessen mehrere (3—4) Reihen von 2—5 übereinanderstehenden halbmondförmigen Klappen.

Der aus der Herzkammer entspringende Arterienstamm ist nur Kiemenarterie (*Truncus branchialis communis*), welche das venöse Kammerblut an die Kiemen führt und zu diesem Behufe in so viel Aeste nach beiden Seiten sich theilt, als Kiemen vorhanden sind. Nur bei den Dipnoi ist die Abweichung, dass 1) von dem ersten Astpaar auch die Lungenarterien abgegeben werden und der Rest desselben, gleich einem Ductus Botalli, in die Aortenwurzel übergeht, und 2) die vorderen Aeste ebenfalls, statt an Kiemen zu gehen, direkt in die Aortenwurzel sich fortsetzen, und nur die mittleren Seitenäste Kiemenarterien sind.

Von dem Kammerblut gelangt diesemnach nur ein Theil zu den Kiemen, während der andere direct in die Körperarterien übergeführt wird.

Der Anfangstheil der Kiemenarterie ist zwiebelartig erweitert (*Bulbus arteriosus*) und bei allen Fischen (mit Ausnahme der Cyclostomen) sehr muskulös, so dass er, gleich der Herzkammer, durch seine rhythmische Contraction auf die Vorwärtstreibung des Blutes nach den Kiemen einwirkt und die Thätigkeit der Herzkammer wesentlich unterstützt.

Das Herz der Fische ist, gleich dem der höheren Thiere, von einem Herzbeutel (*Pericardium*) umgeben, der bei den Plagiostomen, Stören und Myxinoiden das Besondere hat, dass er durch eine Oeffnung mit der Bauchhöhle in Verbindung steht.

Bemerkenswerth ist auch noch die weitere Eigenthümlichkeit, dass häufig vom Herzbeutel zum Herzen Fäden gezogen sind, die bald rein fibrös, bald auch durch Blutgefässe veranlasst sind, welche, den Herzbeutel durchbrechend, zur Herzoberfläche gehen (Stör u. a.).

### β. *Vom Herzen der Amphibien.*

#### aa. Der nackten Amphibien (*Batrachii et Perennibranchiata*).

Das Herz dieser Thiere (Fig. 181) steht zwischen dem der höheren Wirbelthiere und dem der Fische in der Mitte, gewissermassen die grellen Unterschiede vermittelnd, durch welche jene von diesen abweichen. Mit dem Herzen der höheren Thiere hat es die Duplicität der Vorhöfe, mit dem der Fische die Einfachheit der Kammer gemein. Man kann sich dieses Amphibienherz wohl auch als ein Doppelherz denken, an dem die Kammerscheidewand in Wegfall kam und dadurch eine gemeinsame Herzkammer entstand. Da beide Vorhöfe in sie münden, so muss darin eine Vermischung des venösen und arteriellen Blutes, das diese einführen, erfolgen. Wegen dieser in der Herzkammer Statt findenden Vermischung der beiden Blutarten hat indess die Scheidewand der Vorhöfe ihre Bedeutung verloren. Daher es nicht auffallen kann, wenn man wahrnimmt, dass auch sie meistens sehr unvollkommen ist und dadurch eine theilweise Mischung des Körpervenenblutes mit dem Blute der Lungenvenen schon in den Vorhöfen ermöglicht wird. Die Körpervenen (*Venae cavae*) münden mit gemeinsamer Oeffnung, nachdem sie vorher zu einem Sinus venosus sich vereinigt hatten, in den rechten Vorhof ein und tragen dann ein muskulöses Klappenpaar zum Verschluss. Gleiches gilt von den Lungenvenen.

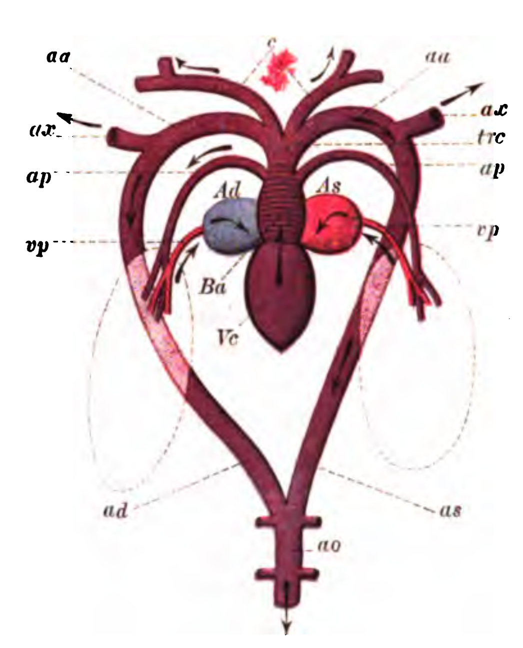



**Fig. 181.** Batrachierherz mit den grossen Gefässstämmen. *Ad* Rechter Vorhof. *As* Linker Vorhof. *Vc* Gemeinsame Herzkammer. *Ba* Bulbus arteriosus, aus welchem der gemeinsame Arterienstamm (*trc*) für Lungen- und Körperarterien hervorkommt. *ap* Die Lungenarterien. *c* Die beiderseitigen Carotiden. *aa aa* Die beiderseitigen Aortenbogen. *ax* Arteria axillaris. *ao* Gemeinsame oder Abdominalaorta. *ad* Rechte Aortenwurzel. *as* Linke Aortenwurzel.

Das Ostium venosum und arteriosum der gemeinsamen Herzkammer werden ähnlich durch halbmondförmige Klappen geschlossen, als wie bei den Fischen, nur hat das Ostium arteriosum, statt eines Klappenpaares, Klappenreihen, wie solche unter den Fischen die Rochen besitzen. Die aus der Herzkammer entspringende Arterie ist ein Truncus arteriosus com-

munis für die Lungen- und die Körperarterie, welcher am Anfang eine muskulöse Erweiterung (*Bulbus arteriosus*), gleichsam eine Nachkammer bildet, welche auch, wie bei den Fischen, die Thätigkeit der Herzkammer unterstützt. Der Truncus arteriosus communis sendet bei den Batrachiern (Fig. 181) nach beiden Seiten die Lungenarterien ab und geht hiernach in die Aorta über. Diese theilt sich in zwei Aeste für den vorderen Körpertheil (*Carotiden*) und in zwei Aortenbogen, welche letzteren um die beiden Bronchi nach hinten zur Wirbelsäule sich schlagen, und als Aortenwurzeln zur Aorta communis s. posterior zusammenfliessen.

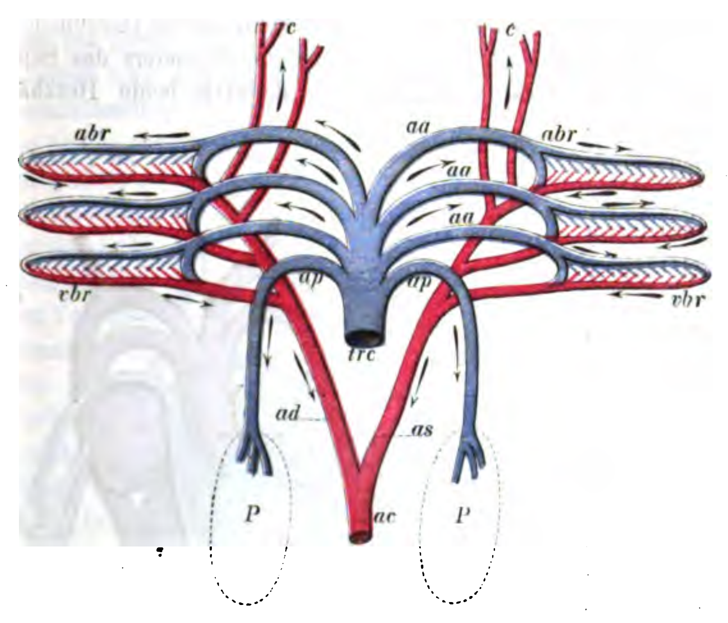



Fig. 182. Schema der Körper- und Kiemengefässe bei den Perennibranchiaten. *trc* Gemeinsamer Arterienstamm, welchen der Herzventrikel aussendete. *ap* Die beiden Lungenarterien. *aa* Drei Aortenbogen, welche jederseits in die Aortenwurzeln (*ad as*) zusammenfliessen. *abr* Kiemarterien, aus den Aortenbogen entspringend. *vbr* Kiemvenen, in die Aortenwurzeln übergehend. *c* Carotiden, welche aus den Aortenwurzeln entspringen, nachdem diese die Venae branchiales bereits aufgenommen haben. *P* Lungen, punctirt angedeutet.

Bei den Perennibranchiaten (Fig. 182) ist das Verhalten des gemeinsamen Arterienstammes zu den Lungenarterien ein ähnliches, wie bei den Batrachiern. Nur theilt sich der nachfolgende Theil des Stammes nicht, wie dort, in zwei Aortenbogen und zwei Carotiden, sondern ausschliesslich in sechs bis acht, also jederseits in drei bis vier Aortenbogen, welche hinten, beiderseits der Wirbelsäule, zu den Aortenwurzeln sich vereinigen, durch deren Zusammenfluss endlich auch wieder die Aorta communis zu Stande kommt. Die Kiemenarterien sind Zweige der Aortenbogen und die Kiemenvenen senken sich auch in diese, kurz vor ihrem Zusammenfliessen zur Aortenwurzel, wieder ein. Die Aortenwurzeln führen also arterielleres Blut,

als der Truncus art. communis. Daher es begreiflich ist, warum die Carotiden (Fig. 182 *c*) nicht, wie bei den Batrachiern, aus dem gemeinsamen Arterienstamme, sondern erst später aus den Aortenwurzeln, nachdem diese das arterielle Blut der Kiemenvenen aufgenommen haben, ihren Ursprung nehmen.

#### bb. Vom Herzen der beschuppten Amphibien (*Reptilien*).

Dasselbe ist ein Doppelherz, aus einem Lungen- und einem Körperherzen zusammengesetzt, und kommt darin mit dem Herzen der Vögel, Säugethiere und dem menschlichen überein. Von diesen weicht es aber in so weit wieder ab und schliesst sich mehr an die Herzeinrichtung der nackten Amphibien an, als das Septum cordis, besonders das Septum ventriculorum, meistens nicht vollständig ist, dadurch beide Herzhälften mit einander in Verbindung stehen lässt, in Folge dessen die Körperarterienbahn auch gemischtes Blut, unter Umständen selbst rein venöses Blut führt.

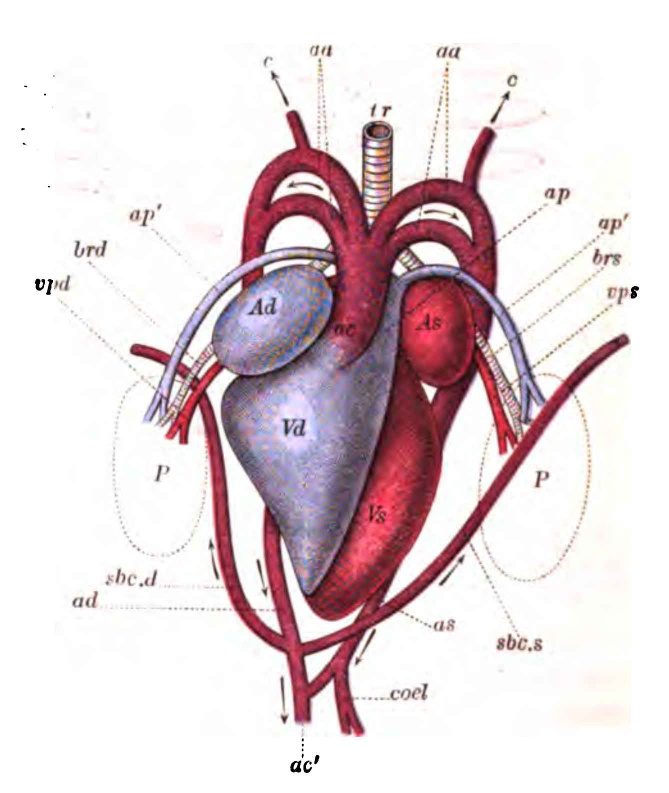



Fig. 183. Saurierherz. *Vd* Rechte Herzkammer. *Vs* Linke Herzkammer. *Ad* Rechte Vorkammer. *As* Linke Vorkammer. *ap* Arteria pulmonalis. *ap'* Rechter und linker Ast derselben. *vps vpd* Linke und rechte Lungenvene. *brs brd* Linker und rechter Bronchus. *tr* Luftröhre. *ac* Aorta communis anterior s. ascendens, aus dem linken und rechten Ventrikel zugleich entspringend. *aa* Aortenbogen. *ad* Rechte Aortenwurzel. *as* Linke Aortenwurzel. *c* Carotis, aus dem vordern Aortenbogen entspringend. *sbc.d* Art. subclavia dextra. *sbc.s* Art. subclavia sinistra. *coel* Art. coeliaca. *ac'* Aorta communis posterior s. abdominalis, durch Zusammenfluss der beiden Aortenwurzeln gebildet.

Am nächsten steht dem Herzen der nackten Amphibien das Herz der Saurier (Fig. 183).

Das Kammerseptum ist an seinem gegen die Vorhöfe gerichteten Ende defect, so dass Blut aus der rechten Kammer unter Umständen in die linke überströmen kann. Der Kammertheil des Herzens entsendet zwei Arterien, eine Arteria pulmonalis (*ap*) und eine Aorta (*ac*) (*com-*

*munis*), von denen die erstere aus der rechten Herzkammer kommt, während der Eingang zur Aorta so über dem defecten Theil des Septum ventriculorum liegt, dass derselbe ebensowohl in den linken, als auch in den rechten Ventrikel blickt und Blut von daher erhalten kann. Während die Lungenarterie rein venöses Blut vom rechten Ventrikel empfängt, erhält die Aorta sowohl venöses vom rechten, als arterielles vom linken, führt folglich gemischtes Blut, ähnlich wie bei den nackten Amphibien. Die Aorte theilt sich auch, wie bei den letzteren, in ein oder zwei Paar Aortenbogen (*aa*), von denen der vordere die Arterien nach dem Kopf (*c*) abzugeben pflegt. Beide vereinigen sich nach hinten zu den Aortenwurzeln, von denen die rechte auch die Arterien der vorderen Gliedmassen (*sbc*) abzugeben pflegt und darnach beide zur Aorta abdominalis s. posterior communis zusammenfliessen.

Die Ostia venosa besitzen je eine halbmondförmige Klappe, welche beide am untern Rande des Septum atriorum der Art befestigt sind und so in die Kammerhöhle herabhängen, dass sie, mit den Rückseiten an einander liegend, beim Einströmen des Blutes aus den Vorhöfen in die Kammern, die Lücke im Septum ventriculorum verschliessen und dem Vorhofsblute nur den Eintritt in den zu ihm gehörigen Ventrikel gestatten, dagegen den Uebertritt in die anderseitige Herzkammer verwahren.

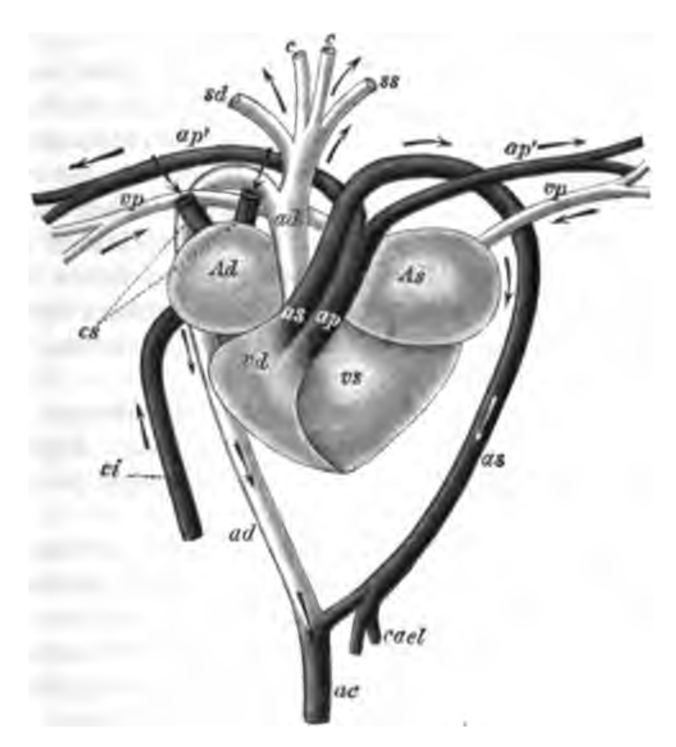



**Fig. 184.** Chelonierherz. *vd* Rechte Herzkammer. *vs* Linke Herzkammer. *Ad* Rechter Vorhof. *As* Linker Vorhof. *vp* Lungenvenen. *ap* Lungenarterie. *ap'* deren Aeste. *as* Aorta sinistra. *ad* Aorta dextra. *sd ss* Beiderseitige Arteriae subclaviae. *c* Carotiden. *cael* Art. caeliaca. *ac* Aorta communis s. abdominalis. *cs* Beiderseitige Venae cavae superiores. *ci* Vena cava inferior.

Die Ostia arteriosa haben nicht, wie bei den nackten Amphibien, Klappenreihen, sondern nur je ein Paar halbmondförmiger Klappen.

Bei den Ophidiern, Cheloniern

(Fig. 184) und Krokodilen ist die Anordnung des Herzens insofern sehr verschieden von der Einrichtung bei den Sauriern, als statt des, bei diesen noch vorhandenen gemeinsamen Aortenstammes, durch Trennung desselben im Innern, zwei gesonderte Aorten auftreten. Die eine davon, die rechte (*Aorta dextra*) entspringt aus dem linken Ventrikel, führt arterielles Blut und läuft über den rechten Bronchus, nachdem sie vorher die Arterien für den Kopf und die vordern Gliedmassen (*Arteria carotis et subclavia*) abgegeben, zur Wirbelsäule nach hinten, um mit der anderseitigen die Aorta abdominalis zu bilden. Die andere, die linke (*Aorta sinistra*) kommt aus der rechten Herzkammer, führt rein venöses Blut und schlägt sich über den linken Ast der Luftröhre nach hinten, um mit der rechten zur gemeinsamen Aorta, die nun gemischtes Blut erhält, sich zu verbinden.

Hier hat das Herz drei Ostia arteriosa, eines in der linken Herzkammer, was zur rechten Aorta führt und zwei in der rechten Herzkammer, von denen das eine zur Arteria pulmonalis, das andere zur linken Aorta den Eingang bildet.

Die Vorhöfe haben das Bemerkenswerthe, dass sie an den Mündungen der einführenden Körper- und Lungenvenen klappenartige Bildungen zum Verschluss derselben besitzen. Die Ostia venosa und arteriosa haben dieselben Klappenvorrichtungen, wie sie bereits bei den Sauriern erwähnt wurden.

Das Herz der Krokodile ist insofern vollkommner, wie das der übrigen geschuppten Amphibien, ausgebildet, als das Septum cordis undurchbrochen und die Trennung beider Herzen sonach eine vollständige ist. Ungeachtet dessen ist doch auch hier die Möglichkeit gegeben, venöses Blut aus dem rechten Herzen in die aus dem linken entspringende Arterienbahn (*Aorta dextra*) unter Umständen gelangen lassen zu können, nämlich durch Communication der Stämme beider Aorten, nahe über ihrem Ursprunge aus den Ventrikeln.

Wenn wir nun die Einrichtung des Herzens und der damit in Verbindung stehenden Gefässstämme sämmtlicher Amphibien überblicken, so finden wir folgende ihnen mehr oder weniger gemeinsame Eigenthümlichkeiten.

1) Die Körperarterien (*Aorta*) führen entweder überall nur ein, aus arteriellem (geathmetem) und venösem (nicht geathmetem) gemischtes Blut (wie bei sämmtlichen nackten Amphibien und den Sauriern unter den beschuppten Amphibien), oder einzelne Bezirke derselben führen arterielles (*Aorta dextra*), während andere nur venöses (*Aorta sinistra*) und wieder andere ein aus beiden gemischtes Blut (*Aorta abdominalis communis*) (Chelonier, Ophidier, Krokodile) führen.

2) Ist bei denjenigen Amphibien, welche Doppelherzen haben (beschuppte Amphibien), mit grosser Sorgfalt die Möglichkeit gewahrt worden, in die-

jenigen Bezirke des Körperkreislaufes, in welche unter gewöhnlichen Verhältnissen geathmetes arterielles Blut gelangt (*Aorta dextra* mit den nach dem Kopf und Gehirn gehenden Arterien), dann auch nicht geathmetes Körpervenenblut gelangen zu lassen, wenn unter bestimmten Umständen nicht allein die Zufuhr von arteriellem Blute, sondern überhaupt die Zufuhr von Blut unterbrochen zu werden droht. Diese unter 1 und 2 erwähnten Eigenthümlichkeiten stehen wesentlich mit der Häufigkeit, mit welcher in dieser Classe der Wirbelthiere Athemunterbrechungen vorzukommen pflegen, in näherer Beziehung. Diejenige Einrichtung des Herzens, welche den Körperarterien die Zufuhr von einem gemischten Blute verschafft, gibt den Körperorganen die Möglichkeit, dann noch von den Arterien her mit Blut (wenn auch schliesslich nur mit venösem) gespeist zu werden, wenn auch die Athmungsstätte wegen etwaiger Athemunterbrechung arterielles zu liefern nicht mehr im Stande sein sollte.

Die unter 2 erwähnte Eigenthümlichkeit ist hauptsächlich dadurch bedingt, dass ein wichtiger Bezirk des Körperkreislaufes (vorderer Körpertheil, Kopf und Hirn), statt, wie sonst, mit gemischtem Blute versehen zu werden, rein arterielles Blut erhält. Findet nun eine dauernde Athemunterbrechung Statt, so wird von der Athmungsstätte nach dem linken Herzen und nach der daraus entspringenden rechten Aorta entweder gar kein Blut geliefert, oder doch eine nicht hinreichende Menge, wodurch lebenswichtige Functionen, wie die Hirnthätigkeit, Sinnenthätigkeiten etc. in Gefahr kommen, unterbrochen zu werden. Daher die Natur, unter zwei Uebeln das kleinere wählend, die grosse Fürsorge hatte, diesen Körpertheilen, die während der Athemunterbrechung bedroht sind, weder arterielles noch überhaupt Blut zu erhalten, wenigstens venöses Blut in genügender Menge zuzuführen. Es geschieht dies bei Cheloniern und Ophidiern dadurch, dass ein Theil des venösen Blutes des rechten Herzens, das ohnehin bei Athemunterbrechungen sich in letzterem mehr angehäuft, weil die Art. pulmonalis nicht die gewöhnliche Menge nach den Lungen abführt, — durch die Lücke in der Kammerscheidewand nach der linken Herzkammer hinüber geleitet wird, um von dort, statt arteriellem Blute, in die Aorta dextra eingetrieben zu werden. Bei den Krokodilen ist zwar die Kammerscheidewand nicht mehr durchbrochen, kann also auf diesem Wege kein Blut aus der rechten Herzkammer in die linke übergeführt werden. Aber da auch bei Krokodilen nicht selten Athemunterbrechungen vorkommen (wenn sie etwa mit einer erhaschten Beute unter das Wasser tauchen), so ist hier die Ueberführung von venösem Blut in die Aorta dextra durch eine Communication ermöglicht, welche zwischen ihr und der Aorta sinistra über ihrem Ursprung sich befindet.

### γ) *Vom Herzen der Vögel.*

Dasselbe ist ein Doppelherz von der im Allgemeinen schon geschilderten Einrichtung und mit vollständig trennender Herzscheidewand versehen. Die Körperarterienbahn führt nur geathmetes arterielles Blut aus dem linken Herzen. Das rechte Herz führt sein durch die Körpervenen empfangenes Blut nur in die Lungen.

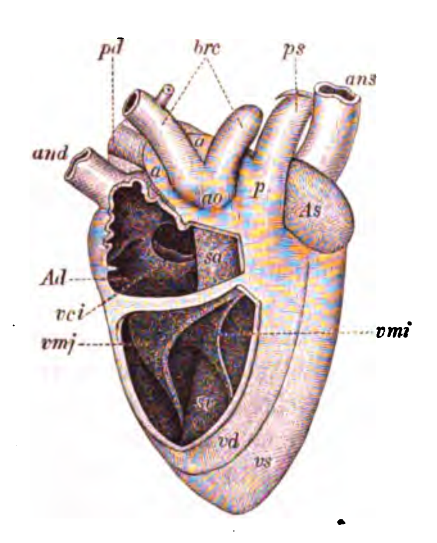



**Fig. 185.** Herz von Cygnus musicus (nach Otto). *vs* Linker Herzventrikel. *vd* Rechter Herzventrikel, geöffnet. *sv* Scheidewand (*Sept. ventriculorum*). *vmj* Grosse halbmondförmige muskulöse Klappe am Ost. atrioventriculare dextrum. *vmi* Die gegenüberstehende kleine Klappe. *As* Linker Vorhof. *Ad* Rechter Vorhof, geöffnet. *sa* Septum atriorum. *vci* Mündung der cava inferior mit 2 halbmondförmigen Klappen. *and* Vena anonyma dextra s. cava dextra. *vns* Vena anonyma sinistra. *p ps pd* Pulmonalis. *ao* Aorta. *brc* Arteriae brachiocephalicae.

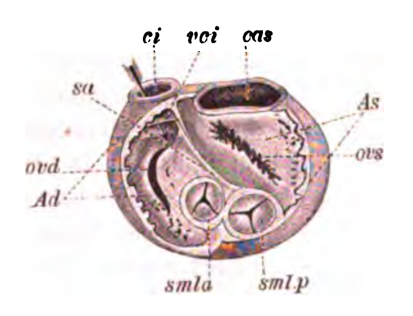



**Fig. 185 a.** Querschnitt durch beide Vorhöfe des Herzens vom Höckerschwan (*Cygnus gibbus*). (Nach Otto bei G. Carus. *smla* Semilunarklappen im Ost. art. sinistrum. *sml.p* Semilunarklappen des Ost. art. dextrum. *As* Atrium sinistrum. *sa* Septum atriorum. *ovd* Ost. venosum sinistrum. *Ad* Atrium dextrum. *ovs* Ost. venos. sinistrum. *cas* Vena cava superior sinistra. *ci* Vena cava inferior. *vci* Klappen an der Einmündung derselben in den Vorhof.

Die Vorhöfe (Fig. 185 *vs*) haben an der Einmündung der Venen klappenartige, oft stark muskulöse Vorsprünge zur Verhinderung des Rückflusses des Blutes in die Venen. Die Herzkammern haben nur zwei Ostien, eines — Ostium venosum — für die Einfuhr des Vorhofblutes und eines — Ostium arteriosum — für die Ausfuhr in die Arterien (Fig. 185).

Das Ostium venosum der rechten Herzkammer (Fig. 185 *vmi*) hat zwei muskulöse Klappen (eine stärkere rechte und eine schwächere linke), dagegen das Ostium venosum der linken Herzkammer hat eine 2—3-zipfliche Valvula mitralis.

Die Ostia arteriosa sind nicht mehr, wie bisher, mit einem Paar, sondern mit drei halbmondförmigen Klappen *(Valvulae semilunares)* versehen (Fig. 185 A).

Wie bei Wasserthieren überhaupt, so kommen auch bei den Schwimm- und Tauchervögeln beim Untertauchen im Wasser Athemunterbrechungen vor, die allerdings nicht so lange zu dauern pflegen, als bei vielen Amphibien, daher auch der störende Einfluss auf den Blutkreislauf nicht so gross wie dort ist. Da aber immerhin während der Athemunterbrechung nach den Lungen weniger Blut abgeführt wird, muss in

der rechten Herzhälfte grössere Anhäufung erfolgen, was die Herzthätigkeit leicht erdrücken könnte. Daher die Natur diese Folgen dadurch zu mildern suchte, dass sie die Stämme der Körpervenen, besonders der Cava inferior, mit grösserer Weite anlegte, um sie zu befähigen, in solchen Fällen mehr Blut als sonst zu fassen, und das rechte Herz mit Blut nicht zu sehr zu überhäufen. Für Fälle länger dauernder Athemunterbrechung reichen allerdings derartige Vorkehrungen nicht hin, da dann der Körperkreislauf bedroht wird, nicht mehr die nöthige Blutmenge zu erhalten. Daraus lässt es sich leicht begreifen, warum gerade bei Tauchervögeln, z. B. bei Alca u. a. sehr oft ein weit offenes Foramen ovale der Vorhofscheidewand gefunden wird. Denn es unterliegt gar keinem Zweifel, dass durch dieses so lange, als von den Lungen her dem linken Vorhof nicht die genügende Blutmenge zugeführt wird, venöses Blut des rechten Vorhofes in den linken hinübergelangt, um die dort fehlende Blutmenge zu ergänzen, so dass die linke Herzkammer und die aus ihr abgehende Aorta dieselbe Blutmenge, wie während des Athmens empfängt, wenn auch gleich die Qualität nicht dieselbe ist.

### *δ. Vom Herzen der Säugethiere.*

Es ist gleich dem der Vögel ein Doppelherz mit vollständig trennender Scheidewand. Die Vorhöfe haben an der Einmündung der Venen keine Klappen mehr; der Verschluss wird, durch sphincter-ähnlich sie umgebende Muskelfasern, wie am menschlichen Herzen bewirkt, mit dem es überhaupt bezüglich seines ganzen Baues die meiste Uebereinstimmung hat. So sind auch die Klappenapparate an den Ostien der Herzkammern genau, wie beim Menschen, angeordnet. Nur beim Schnabelthier besitzt das Ostium venosum der rechten Herzkammer, statt einer Valvula tricuspidalis, ein Paar musculöse halbmondförmige Klappen, wie bei den Vögeln, von denen auch, wie bei diesen, die eine stärker ist, als die andere.

Auch manche andere Eigenthümlichkeiten zeigen sich noch da und dort. So ist bei herbivoren Cetaceen die Herzspitze gespalten, und bei vielen Wiederkauern (Ovis, Bos, Carvus, Giraffe, Camelas, Antilope), beim Schwein und bisweilen auch bei Einhufern enthält die Herzscheidewand oder auch die Umgebung der venösen Ostien eine Verknöcherung, welche den sogenannten Herzknochen darstellt.

Der Herzbeutel *(Pericardium)*, welcher dem Herzen der Wirbelthiere nirgends fehlt, verhält sich am Säugethierherzen wie am menschlichen. Er ist auch mit dem Zwerchfell meistens verwachsen. Nur bei Carnivoren, Nagern und andern, deren Lungen eine grössere Zahl von Lappen haben, ist er vom Zwerchfell getrennt, indem die Pleura dextra mit einem Lappen der rechten Lunge sich zwischen ihn und letzteres einzuschieben pflegt.

### b. Von den Körperblutgefässen der Wirbelthiere.

#### α) *Körperarterien.*

##### αα) Der Fische (Fig. 186).

Der Stamm der Körperarterien, die Aorta, empfängt ihr Blut direkt von den Kiemenvenen. Daher die letzteren jederseits zu je einem Stamme, der Aortenwurzel, zusammenfliessen, die ihrerseits wieder mit der gleichen der andern Seite rückwärts zur gemeinsamen Körperarterie (*Aorta communis*) sich vereinigt. Wenn diese beiden Aortenwurzeln nicht alle Kiemenvenen in sich vereinigen, wie dies bei einigen Knochenfischen (*Scomber Salmo* u. a.) vorkommt, dann gehen die hintersten Kiemenvenen in den Anfang der gemeinsamen Aorta über.

Während bei den meisten Fischen die Aortenwurzeln nur geathmetes arterielles Blut empfangen, führen sie bei den Dipnoi gemischtes, da sie neben dem arteriellen Kiemenvenenblut auch noch venöses Herzkammerblut durch die Gefässbogen erhalten, welche aus dem Truncus branchialis communis in sie übergehen (Siehe oben Herz).

Der Vorschlag Milne Edwards', die Venae branchiales Arteriae epibranchiales zu bezeichnen, legt dar, dass dem grossen Naturforscher der feststehende anatomische Begriff von Arterien und Venen völlig fremd ist, wonach es nicht von der Blutart, sondern von der Stromesrichtung des Blutes abhängt, ob ein Gefäss als arterielles oder venöses zu bezeichnen sei.

Die vordersten Enden der beiden Aortenwurzeln fliessen bogenförmig von beiden Seiten zusammen. Da ihre hintern Enden ebenfalls zur Bildung der Aorta communis vereinigt sind, so erzeugen sie einen Gefässkreis, der wegen seiner Lage unter der Basis cranii Circulus cephalicus genannt wird.

Er ist einerseits der Sammelpunkt sämmtlicher Kiemenvenen und anderseits der Centralausgang für alle Körperarterien.

Nach vorn gehen daraus die Kopfarterien (*Carotiden*), für das Hirn, die Augenhöhlen, Nase, den Kiemendeckel, die Unterkiefermuskeln etc., nach hinten die Aorta communis für den Rumpf und seine Eingeweide, für den Schwanz und die Flossen hervor.

Bei den Chimären und Rochen ist der Circulus cephalicus nach vorn offen. Bei den Cyclostomen kommt es gar nicht zur Anlegung eines solchen, da die beiderseitigen Kiemenvenen in der Medianlinie zu einem unpaaren Längsstamme, also einer unpaaren Aortenwurzel zusammenfliessen, die nach vorn in Gemeinschaft mit Aesten der Kiemenvenen den Kopfbezirk mit Blut versorgen, während ihre Fortsetzung nach hinten die Aorta darstellt.

Die Aorta läuft unter der Wirbelsäule, an deren Körper mehr oder weniger fest anliegend, nach hinten, entsendet an die Rumpfwandung, an die Rumpfeingeweide und Brustflossen Aeste und endigt schliesslich als Arteria

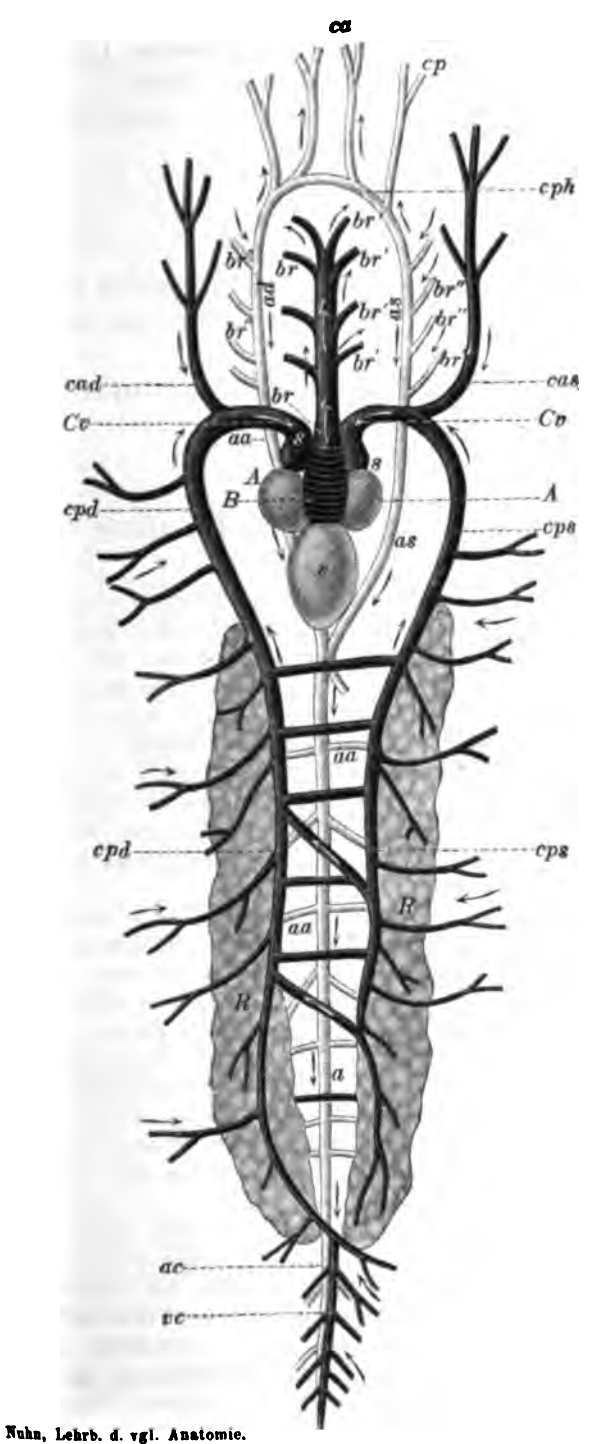



**Fig. 186.** Gefässsystem bei den Fischen, halbschematisch dargestellt. *v* Herzkammer. *A* Vorhof. *s* Sinus venos. *B* Bulbus arteriosus. *br'* Aeste desselben zu den Kiemen. *br''* Venae branchiales, die zu den beiderseitigen Aortenwurzeln zusammenfliessen. *ad as* Die beiderseitigen Aortenwurzeln, welche nach hinten zur Aorta communis (*aa*) und nach vorn, zur Schliessung des Circulus cephalicus (*cph*), mit einander sich verbinden. *cp* Carotis posterior. *br* Truncus branchialis communis. *ca* Carotis anterior. *ac* Art. caudalis. *R* Nieren. *vc* Vena caudalis. *cpd* Hintere rechte Cardinalvene. *cps* Hintere linke Cardinalvene, welche schwächer als die rechte ist. *cas* Vordere linke Cardinalvene. *cad* Vordere rechte Cardinalvene. *Cv* Ductus Cuvieri.

caudalis in dem, von den untern Wirbelbogen gebildeten Caudalcanale, hier in ihre Endzweige für den Schwanzbezirk sich theilend.

Die Aeste, welche sie auf ihrem Wege durch die Rumpfhöhle abgibt, begeben sich:

a) an die Muskeln der Kiemenbogen,

b) an die Schleimhaut des Rachens,

c) an das vordere Ende der Nieren,

d) an den Magen, Darm, an die Leber und Milz, welche ein Stämmchen erhalten, das ein gemeinsames für die Art. coeliaca und Art. mesenterica anterior darstellt,

e) an den Endtheil des Darms (*Art. mesenterica posterior*),

f) an die Brustflossen (*Arteriae brachiales*),

g) an den hintern Theil der Nieren,

h) an die Geschlechtsorgane.

Schliesslich geht sie, den hintern Theil der Bauchhöhle verlassend, in die Arteria caudalis aus.

Die Aorta bietet bei manchen Fischen sehr bemerkenswerthe Eigenthümlichkeiten noch dar. Durch abwechselnde Ausbuchtungen und Einschnürungen kann sie ein varicöses Aussehen und durch theilweisen oder gänzlichen Verlust der ihre Wandung bildenden Häute den Schein einer lacunären Blutbahn erhalten. Im ersten Falle veranlassen die sinösen Erweiterungen an den Wirbelkörpern entsprechende Vertiefungen (*Esox*, *Cybrinen* u. a.). Ihrer Häute (bis auf die Intima oder wenigstens das Epithel) wird sie mehr oder weniger verlustig und einer lacunären Bahn ähnlich, wo sie durch Einlagerung in einen Knorpelkanal (*Aortencanal)* u. dgl. ihrer eigenen Wandung im ganzen Umfange entbehren kann, wie man solches bei Accipenser und Spartularia findet.

Wo sie an der Wirbelsäule fest angewachsen, selbst in Vertiefungen der Wirbelkörper eingebettet ist, kann ihre, gegen diese Knochen blickende, Wandung einseitig in Wegfall kommen und nur am übrigen freien Umfange sie dieselbe behalten, wie manche Squaliden und mehrere Knochenfische (*Esox, Clupea alosa, Silurus* u. a.) Beispiele hiervon liefern. In diesen Fällen ist sie von zwei fibrösen seitlichen Längsleisten an die Wirbelsäule befestigt und mit schmalen fibrösen Streifen überbrücket, welche von einer seitlichen Längsleiste zur andern gezogen sind. Diese letztere Anordnung ist meistens mit der Eigenthümlichkeit vergesellschaftet, dass die Aortenbahn abwechselnde Erweiterungen und Einschnürungen bildet, welche letzteren von den überdrückenden fibrösen Streifen veranlasst sind.

Die Unvollkommenheit der Aortenwandung ist indess keine vereinzelt stehende Erscheinung im Gefässapparat. Noch an vielen andern Bezirken desselben kann man die Wahrnehmung machen, dass da die Blutbahnen auf ihre eigene Wandung mehr oder weniger verzichten, wenn zunächst liegende andere Gewebe und Substanzen ihnen eine genügende Begrenzung gewähren. So ist es eine bekannte Thatsache, dass die venösen Blutleiter der Schädelhöhle beim Menschen und bei Thieren die Häute ihrer eigenen Wandung, bis

iefässepithel, ablegen, da das umgebende derbe Fasergewebe der äusnhaut, in das sie eingebettet sind, die Blutbahn ebensowohl begrenzt gen Ausdehnung schützt, als die gewöhnlichen Gefässhäute dies ver- Aehnliches beobachtet man auch an den Venenräumen der cavertösen e des Geschlechtsapparates. Ja noch vielmehr verbreitet zeigt sich diese einung im Lymphgefässsystem; daher auch hier so oft der Schein lacur Lymphbahnen und Lymphräume auftritt.

(Man vergleiche **Stannius**, Handbuch d. Anatomie d. Wirbelthiere. 2. Aufl. 1tes ft. Zootomie d. Fische. S. 281 u. S. 243).

### bb) Körperarterien der Amphibien.

#### *aa) Der nackten Amphibien.* (Fig. 187.)

Die Aorta kommt mit den beiden Lungenarterien aus dem Truncus arteriosus communis (*trc*) hervor, und theilt sich bei den Batrachiern in zwei Stämme, von denen jeder wieder in einen Aortenbogen (*aa*) und eine Carotis (*c*) sich trennt, von denen letztere zum Kopf und Gehirn Blut sendet, ersterer aber um die kurzen Aeste der Luftröhre jederseits nach hinten sich schlägt, unterwegs die Arterien für die vordere Gliedmasse (*Art. axillaris*) und Schulter (*a*) abgibt und dann, hinten an der Wirbelsäule, mit dem der andern Seite sich vereinigend, als Aortenwurzel (*ad as*), die gemeinsame Aorta (*ao*) bildet.

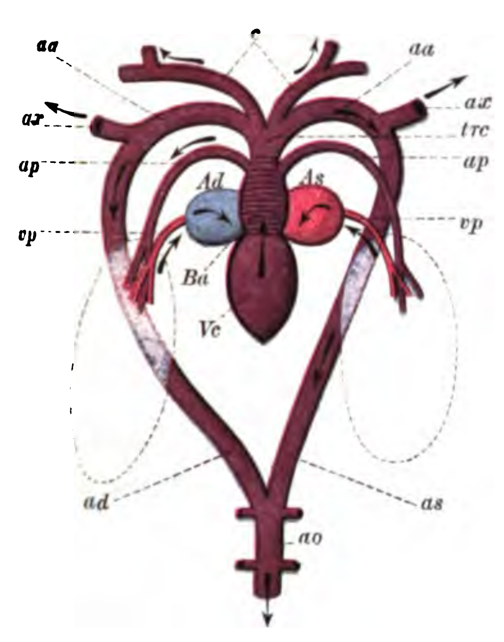



Fig. 187. Batrachierherz mit den grossen Gefässstämmen. *Ad* Rechter Vorhof. *As* Linker Vorhof. *Vc* Gemeinsame Herzkammer. *Ba* Bulbus arteriosus, aus welchem der gemeinsame Arterienstamm (*trc*) für Lungen- und Körperarterien hervorkommt. *ap* Die Lungenarterien. *c* Die beiderseitigen Carotiden. *aa aa* Die beiderseitigen Aortenbogen. *ax* Arteria axillaris. *ao* Gemeinsame oder Abdominalaorta. *ad* Rechte Aortenwurzel. *as* Linke Aortenwurzel.

Bei den Perennibranchiaten (Fig. 187) löst sich der aus dem Herzventrikel entspringende Truncus arteriosus communis, nach Absendung der beiden Arteriae pulmonales (*ap*), nach beiden Seiten meistens in je 3—4 Aortenbogen (*aa*) auf, aus welchen die Arterien für die Kiemen (*abr*) entspringen, dann um die beiderseitigen Luftröhrenäste nach hinten zur Wirbelsäule sich schlagen, um zur Aortenwurzel (*ad as*) jederseits, nachdem sie vorher noch die Kiemenvenen (*Venae branchiales*) aufgenommen (*vbr*), zusammenzufliessen. Aus diesen Aortenwurzeln (*ad as*) gehen nach **vorn** die Arterien für Kopf, Hirn, Hals und nach der Seite für

die vordern Gliedmassen ab, und **nach hinten** fliessen sie zur Aorta communis zusammen, aus welcher die Arterien für die Rumpfeingeweide, die

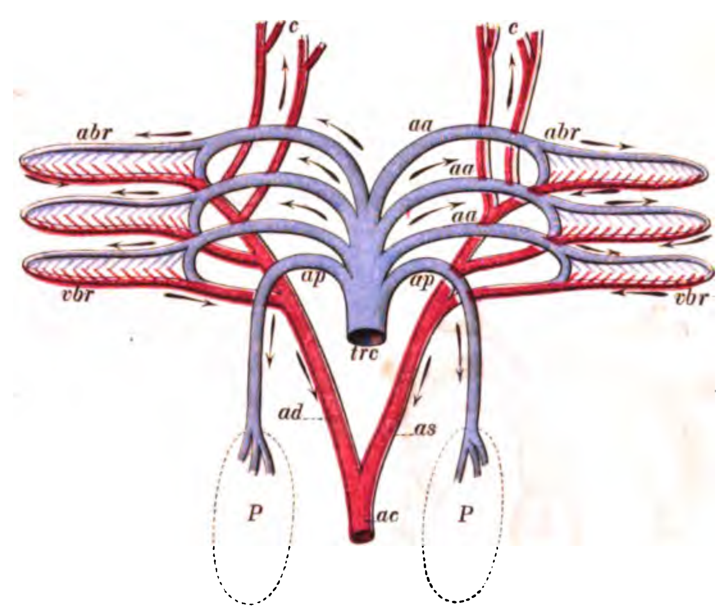



**Fig. 188.** Schema der Körper- und Kiemengefässe bei den Perennibranchiaten. *trc* Gemeinsamer Arterienstamm, welchen der Herzventrikel aussendete. *ap* Die beiden Lungenarterien. *aa* Drei Aortenbogen, welche jederseits in die Aortenwurzeln (*ad as*) zusammenfliessen. *abr* Kiemarterien, aus den Aortenbogen entspringend. *vbr* Kiemvenen, in die Aortenwurzeln übergehend. *c* Carotiden, welche aus den Aortenwurzeln entspringen, nachdem diese die Venae branchiales bereits aufgenommen haben. *P* Lungen, punctirt angedeutet.

Rumpfwandung, die hintern Gliedmassen und den Schwanzbezirk des Körpers abgegeben werden.

#### ββ) *Der beschuppten Amphibien* (Fig. 189 u. 190).

Bei den Sauriern (Fig. 189) verhalten sich die Arterien insofern noch ähnlich, wie bei den nackten Amphibien, als aus einem gemeinsamen Arterienstamme (*ac*), der in beiden Herzkammern wurzelt, nach beiden Seiten je zwei Arcus (*aa*), von denen der vordere die Carotis entsendet, abgehen. Nach hinten vereinigen sich beide Aortenbogen zur Aortenwurzel, welche mit der anderseitigen, nachdem die rechte (*ad*) auch noch die Arterien für die vordere Gliedmasse (*Art. subclavia*) abgegeben hat (*sbc.d sbc.s*), zur Aorta communis (*ac*) zusammenfliessen. Aus dieser empfangen die Rumpfeingeweide, Rumpfwandungen, hintere Gliedmassen und der Schwanz ihr Blut.

Bei den übrigen Reptilien (Ophidiern, Cheloniern [Fig. 190] und Crocodilen) bestehen ganz allgemein, vom Ursprung aus dem Herzen an, zwei Aorten. Die **eine** ist eine rechte (*Aorta dextra*), welche aus dem linken Herzen entsprungen, um den rechten Bronchus läuft, die Arterien für Kopf, Hals und vordere Gliedmassen (*Art. carotis et subclavia*) entsendet,

und dann an der Wirbelsäule nach hinten sich schlägt, um in die Aorta communis für den hintern Körperbezirk auszulaufen. Die andere ist eine linke *(Aorta sinistra)*, welche, aus dem rechten Herzen entspringend, über den linken Bronchus geht. Sie schlägt sich, jedoch ohne Abgabe von Aesten, der rechten Aorta ähnlich, nach hinten, um gleich einer Aortenwurzel mit jener zur gemeinsamen Aorta sich zu vereinigen, nachdem sie vorher noch die Hauptarterie für die Organe des Verdauungsapparates — *Art. coeliaca* — abgegeben hat. Während die rechte Aorta arterielles Blut führt, hat die linke nur venöses, und die aus beiden zusammengesetzte gemeinsame Aorta abdominalis führt demnach gemischtes Blut.

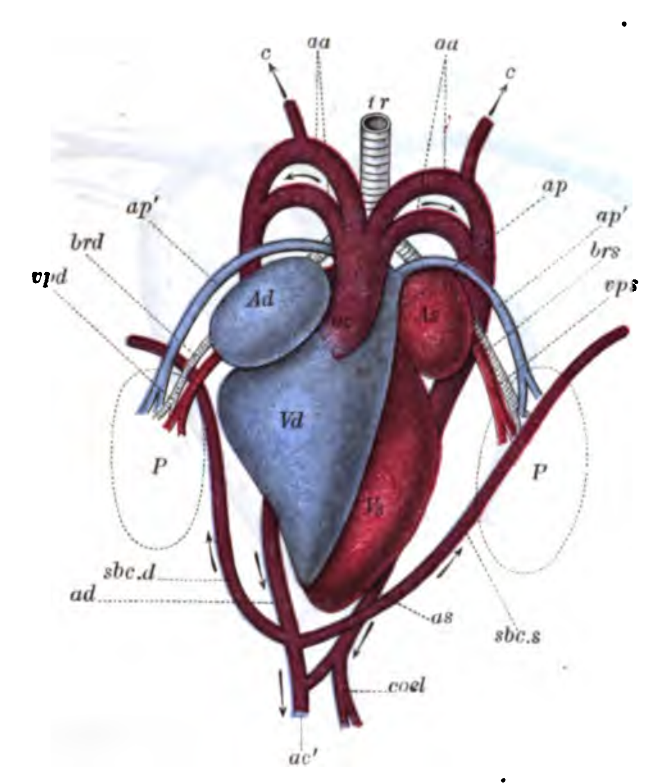



**Fig. 189.** Saurierherz. *Vd* Rechte Herzkammer. *Vs* Linke Herzkammer. *Ad* Rechte Vorkammer. *As* Linke Vorkammer. *ap* Arteria pulmonalis. *ap'* Rechter und linker Ast derselben. *vps vpd* Linke und rechte Lungenvene. *brs brd* Linker und rechter Bronchus. *tr* Luftröhre. *ac* Aorta communis anterior s. ascendens, aus dem linken und rechten Ventrikel zugleich entspringend. *aa* Aortenbogen. *ad* Rechte Aortenwurzel. *as* Linke Aortenwurzel. *c* Carotis, aus dem vordern Aortenbogen entspringend. *sbc.d* Art. subclavia dextra. *sbc.s* Art. subclavia sinistra. *coel* Art. coeliaca. *ac'* Aorta communis posterior s. abdominalis, durch Zusammenfluss der beiden Aortenwurzeln gebildet.

### cc) Körperarterien der Vögel (Fig. 191 u. 192).

Vögel und Säugethiere unterscheiden sich von den vorausgegangenen Classen darin wesentlich, dass ihre Körperarterien aus einem Stamme *(Aorta)* entspringen, dieser nur aus dem linken Herzen kommt, und nur geathmetes, arterielles Blut führt.

Die Aorta (Fig. 191 *ao*) läuft bei den Vögeln, einen Arcus (*aa*) bildend, um den rechten Bronchus (*brd*) nach hinten zur Wirbelsäule, um dann als Aorta descendens (*ad*) bis zum Becken sich fortzusetzen, wo sie in ihre Endäste sich auflöst (Fig. 192).

Aus dem Arcus aortae gehen nach oben zwei Trunci brachio-

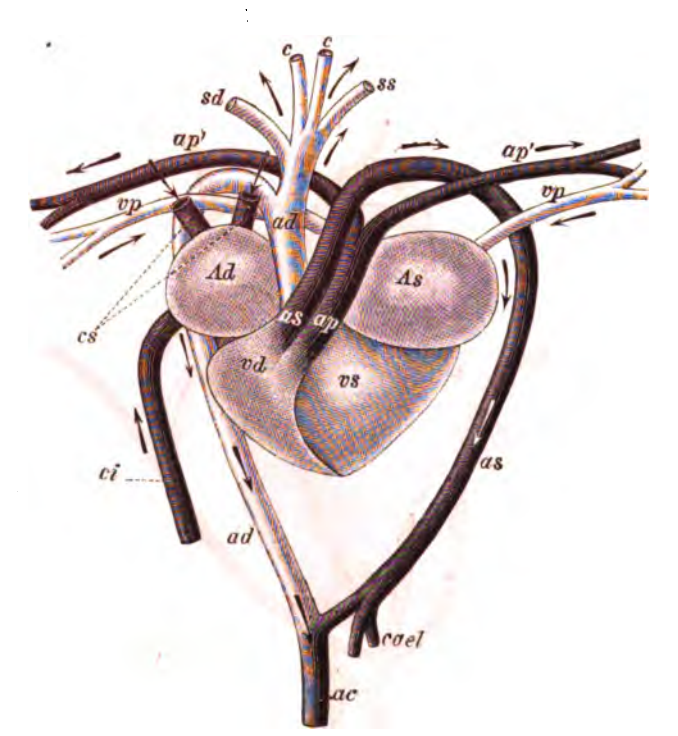



**Fig. 190.** Chelonierherz. *vd* Rechte Herzkammer. *vs* Linke Herzkammer. *Ad* Rechter Vorhof. *As* Linker Vorhof. *vp* Lungenvenen. *ap* Lungenarterie. *ap'* deren Aeste. *as* Aorta sinistra. *ad* Aorta dextra. *sd ss* Beiderseitige Arteriae subclaviae. *c* Carotiden. *cael* Art. caeliaca. *ac* Aorta communis s. abdominalis. *cs* Beiderseitige Venae cavae superiores. *ci* Vena cava inferior.

cephalici (Fig. 191 *bcph*) ab, von denen jeder in eine Carotis (*c*) u. Subclavia (*sc*) sich theilt. Die erstere zeigt grosse Verschiedenheiten. Die wichtigsten davon möchten etwa folgende sein:

1) Die 2 Carotiden laufen in dem Canale der vorderen Fortsätze der Halswirbel (Fig. 192 *c*) empor (Hühner, Raubvögel, einige Papageien und Strauss).

2) Von den beiden Carotiden läuft die rechte oberflächlich und seitlich neben der Halsvene empor, während die andere tief und an der vorderen Seite der Halswirbel aufsteigt (meiste Papageien).

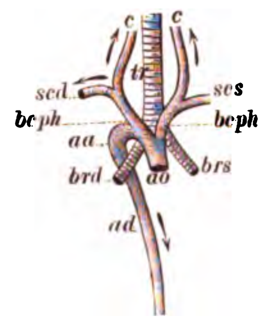



**Fig. 191.** Verlauf des Aortenbogens um den rechten Bronchus bei den Vögeln. *tr* Luftröhre. *brs brd* linker und rechter Ast der Luftröhre. *ao* Aorta ascendens. *aa* Arcus aortae. *ad* Aorta descendens. *bcph* Trunci brachio-cephalici. *scs* Art. subclav. sinistra. *scd* Art. subclavia dextra. *c* Carotis.

3) Die beiden Carotiden verschmelzen zu einem gemeinsamen unpaaren Stamme (Rohrdommel).

4) Von den beiden Carotiden ist eine, meistens die rechte, verkümmert, während die andere, die linke, im Canal der vorderen Fortsätze der Halswirbel aufsteigend, allein den Kopf mit Blut versieht (Singvögel, Klettervögel, Rhea,

der Steissfuss *(Podiceps)*. Bei manchen, z. B. dem Pelikan, Flamingo, ist nicht die rechte, sondern die linke Carotis die verkümmerte.

Jede Carotis theilt sich oben, unter dem Kopfe, in eine Carotis facialis und cerebralis. Ausserdem werden aber auch noch die Haut des Halses, die Luftröhre, Speiseröhre und die Halsmuskeln mit Zweigen aus ihr versehen. Auch die Art. vertebralis wird von ihr geliefert.

Die Arteria subclavia hat mehr Beständigkeit in ihrer Anordnung; sie theilt sich in zwei starke Aeste, von denen der eine — Arteria thoracica — an die starke Brustmuskulatur geht, während der andere — Arteria brachialis — für den Flügel bestimmt ist.

Fig. 192. Körperarterie vom Haushahn *(Gallus domesticus)* (nach Otto in G. Carus Erläuterungstafeln). *aas* Aorta ascendens. *aa* Arcus aortae. *ad* Aorta descendens. *sd ss* Rechte und linke Art. subclavia *c* Carotis communis. c' Ast derselben, der unten die Art. vertebralis abgibt und mit dem übrigen Theil an die Haut des Halses geht. *ci* Carotis internae. *ce* Carotis externae. *f* Art. cruralis s. femoralis, nur an den Oberschenkel gehend. *hc* Art. hypogastrica communis, ist die Fortsetzung der Aorta abdominalis und theilt sich in die Art. sacralis media (*sm*) und nach beiden Seiten in die Arteriae hypogastricae, welche, an die Beckenorgane Zweige absendend, schliesslich durch die Incisura ischiadica die Beckenhöhle verlässt (*Art. ischiadica*) und mit dem Nervus ischiadicus an der hintern Seite des Oberschenkels als Art. femoralis posterior (*fp*) herabsteigt, die Arterien für Knie, Unterschenkel und Fuss liefernd.

Die Aorta descendens gibt ihre Abzweigung an die Rumpfwandung *(Arteriae intercostales, lumbales)*, sowie an die Rumpfeingeweide *(Arteria coeliaca, mesenterica, renalis)* ab und löst sich schliesslich in die Arterien für's Becken und die hinteren Gliedmassen auf.

An der Stelle, wo bei Säugethieren und beim Menschen die Theilung

der Aorta abdominalis in die beiden Arteriae iliacae communes erfolgt, gehen hier nur sehr schwache Zweige als Art. femoralis (anterior) (Fig. 192 f) zum Oberschenkel ab. Der Arterienstamm setzt sich vielmehr als verstärkte Art. sacralis media oder Art. hypogastrica communis (*hc*) tiefer in's Becken hinein fort, wo er sodann in einen mittleren Zweig *(Sacralis media)* für den Steissbezirk (*sm*) und in zwei starke Seitenäste (*h*) sich theilt, welche als Art. ischiadica durch die Incisura ischiadica, den Nervus ischiadicus begleitend, nach hinten aus dem Becken hinaustritt, um mit dem grossen Schenkelnerven als Hauptarterie des Schenkels *(Art. femoralis posterior)* den hintern Theil des Oberschenkels, das Knie, den Unterschenkel und Fuss mit Blut zu versorgen.

#### dd) Körperarterien der Säugethiere.

Der Verlauf der Aorta ist ähnlich, wie beim Menschen. In einem Bogen (*Arcus aortae*), aus dem die Aeste für Kopf, Hals, Brust und die vorderen Gliedmassen (*Art. carotides et art. subclaviae*) nach den vorderen Körpertheilen abgehen, schlägt sich dieselbe jedoch nicht, wie bei den Vögeln, über den rechten, sondern über den linken Ast der Luftröhre nach der Wirbelsäule, um an dieser anliegend, durch Brust- und Bauchhöhle nach hinten zu ziehen und vor dem Becken in die beiden Endäste — Arteriae iliacae communes — sich zu theilen.

Daher man an ihr auch eine Aorta ascendens, Arcus aortae, Aorta descendens thoracica et abdominalis unterscheidet. Die aus dem Ende der Aorta abdominalis hervorgehenden Arteriae iliacae communes theilen sich auch, wie beim Menschen, meistens in eine Arteria hypogastrica und Art. iliaca externa, von denen die erstere dem Becken- und Schwanzbezirke angehört, während die letztere die Hauptarterie für den ganzen Schenkel — daher Arteria cruralis s. femoralis genannt, abgibt.

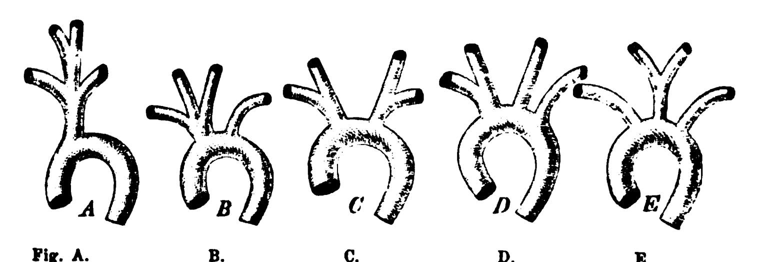



Fig. A. B. C. D. E.

Fig. 193 A—E. Darstellung der Aeste des Arcus aortae bei verschiedenen Ordnungen der Säugethiere.
A. Bei Wiederkäuer und Einhufer.
B. Bei Affen, Carnivoren, Beutelthieren, beim Schwein etc.
C. Bei Chiropteren.
D. Beim Menschen, bei manchen Affen, Robben, beim Igel, Castor, bei Edentaten, beim Schnabelthier u. a.
E. (Nicht sehr beständig). Bei den Robben, dem Narwal, Delphin, Castor und bei Lutra.

Doch ungeachtet dieser allgemeinen Uebereinstimmung mit der Anordnung im menschlichen Körper, fehlt es nicht an zahlreichen Verschiedenheiten und Eigenthümlichkeiten, welche man in einzelnen Verbreitungsbezirken der Arterien findet. Die wichtigsten dürften etwa folgende sein:

1) Verschiedenheiten, welche die aus dem Arcus aortae entspringenden Arteriensäfte hinsichtlich ihrer Zahl und Zusammenordnung zeigen (Fig. 193).

a) Abgabe eines Astes (Fig. 193 A), welcher ein Truncus communis für die beiderseitigen Carotiden und Arteriae subclaviae ist (Einhufer, Wiederkäuer).

b) Abgabe von zwei Aesten, von welchen entweder

α) der erste ein Truncus communis für die beiden Carotiden und die rechte Art. subclavia, und der zweite die Art. subclavia sinistra darstellt (Fig. 193 B) (viele Affen, Nager, Beutelthiere, Carnivoren, Schweine etc.), oder

β) beide sind Trunci communes für je eine Art. subclavia und carotis (Fig. 193 C) (Chiropteren, Delphinus phocaena).

c) Abgabe von 3 Aesten, wovon entweder

α) der erste ein Truncus communis ist für die Art. subclavia dextra und Carotis dextra, der zweite die Carotis sinistra und der dritte die Art. subclavia sinistra ist (Fig. 193 D) (Mensch, manche Affen, Robben, Igel, manche Nager, [Castor]) oder

β) der erste ist die Arteria subclavia dextra, der zweite ein Truncus communis für beide Carotiden und der dritte ist die Art. subclavia sinistra (Fig. 193 E) (Robben, Narval, Delphin, Castor, Lutra).

2) Die Carotiden geben ausser einer obern auch eine untere Schilddrüsenarterie ab.

3) Die Arteria brachialis zeigt Verschiedenheiten.

a. Bezüglich der Theilung in die beiden Vorderarmarterien, indem sie bald, wie beim Menschen, am Ellenbogen, bald sehr viel früher, bald aber auch gar nicht sich theilt (Chiropteren, Pferd, Mustela putorius).

b. Bezüglich ihres Verlaufes, indem sie bei vielen Säugethieren, wie manchen Affen, Carnivoren (Katze, Dachs), Nagern *(Sciurus)*, Beutelthieren etc., namentlich solchen, die mit den vorderen Gliedmassen Bewegungen gegen einander ausführen, wie solche zum Umfassen eines Gegenstandes beim Klettern oder zum Graben u. dgl. erforderlich werden, — durch einen, über dem Epicondylus internus humeri befindlichen Canal (*Canalis supracondyloideus*) geht und zwar in Begleitung des Nervus medianus (Fig. 194), offenbar zu dem Zweck, um beide, Arterien und Nerven, vor Druck zu schützen.




**Fig. 194.** Canalis supracondyloides mit der durchgehenden Arteria brachialis und dem Nervus medianus von *Cebus capucinus*.

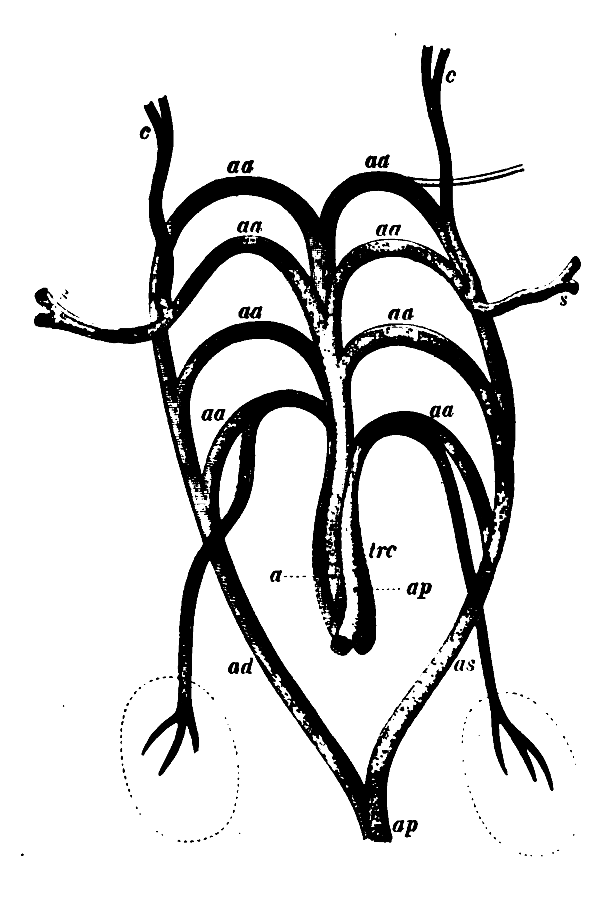



**Fig. 194 a.** Schema der Entwickelung der Lungen- und Körperarterien der Säugethiere und des Menschen aus der ursprünglichen, allen Wirbelthieren gemeinsamen Gefässanlage. *trc* Gemeinsamer Arterienstamm, der später im Innern sich scheidet in die Art. pulmonalis (*ap*) und Aorta (*a*). *aa* Die beiderseits abgehenden vier Aortenbogen, von denen der erste, nach Abgabe der Lungenarterie, alliterirt, der zweite rechts ebenfalls eingeht, links dagegen zur Bildung des arcus aortae offen bleibt, der dritte rechts und links zur Bildung von Trunci brachiocephalici offen bleibt und der vierte endlich wieder eingeht. Nur die seitlich abgehenden Carotiden (*c*) und Arteriae subclaviae (*s*) bleiben offen. *ad* Rechte Aortenwurzel, welche ebenfalls untergeht, während die linke (*as*) offen bleibt und die Verbindung des Arcus aortae mit der Aorta descendens herstellt.

Bemerkenswerth ist, dass beim Menschen bisweilen als Anomalie etwas Aehnliches vorkommt.

4) Die Theilung der Aorta abdominalis zeigt bei langschwänzigen Thieren die Abweichung von der Regel, dass, statt der Art. iliacae communes, nur Art. iliacae externae nach beiden Seiten abgehen und in der Mitte, statt einer sonst sehr schwächlichen Art. sacralis media, eine sehr starke Arterie abgeht, welche die Art. hypogastrica und die starke Arteria caudalis entsendet, welche letztere in den Canal der untern Bogen der Schwanzwirbel eingeht. Also erfolgt die Theilung der Aorta hier in drei starke Endäste (anstatt, wie sonst, in zwei), von denen der mittlere, an der Stelle der sonstigen Sacralis media, eine Arteria hypogastrico-caudalis ist.

Die Verschiedenheiten, welche die Körperarterienbahnen der Wirbelthiere zeigen, werden grösstentheils verständlich, wenn man berücksichtigt, dass allen Wirbelthieren in der frühesten Foetalperiode eine bestimmte An-

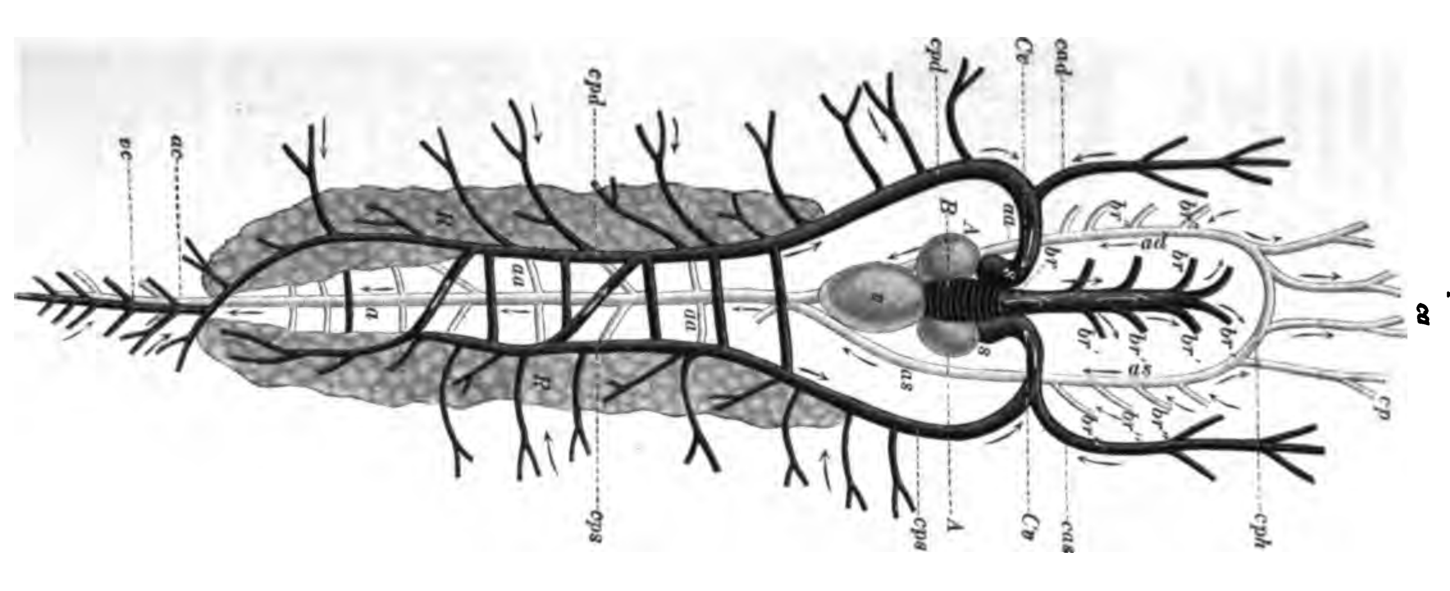



**Fig. 186.** Gefässsystem bei den Fischen, halbschematisch dargestellt. *v* Herzkammer. *A* Vorhof. *s* Sinus venos. *B* Bulbus arteriosus. *br'* Aeste desselben zu den Kiemen. *br''* Venae branchiales, die zu den beiderseitigen Aortenwurzeln zusammenfliessen. *ad as* Die beiderseitigen Aortenwurzeln, welche nach hinten zur Aorta communis (*aa*) und nach vorn, zur Schliessung des Circulus cephalicus (*cph*), mit einander sich verbinden. *cp* Carotis posterior. *br* Truncus branchialis communis. *ca* Carotis anterior. *ac* Art. caudalis. *R* Nieren. *vc* Vena caudalis. *cpd* Hintere rechte Cardinalvene. *cps* Hintere linke Cardinalvene, welche schwächer als die rechte ist. *cas* Vordere linke Cardinalvene. *cad* Vordere rechte Cardinalvene. *Cv* Ductus Cuvieri.

lage der Arterien gemeinsam ist, welche nur wenig verändert bei den Fischen erhalten bleibt, während bei den übrigen Wirbelthieren dieselbe mehr oder weniger Abänderungen erleidet, so dass fast alle Verschiedenheiten, welche die höheren Wirbelthiere in der Anordnung ihrer Arterien darbieten, hauptsächlich auf solche Abänderungen zurückzuführen sind. Fig. 194 a dient dazu, dies weiter zu beleuchten.

### *β) Von den Körpervenen.*

#### **aa) Körpervenen der Fische** (Fig. 195).

Vier im Ganzen symmetrisch angeordnete Venenbahnen — *Venae cardinales* — zwei von vorn vom Kopfe, zwei von hinten, von den hinter dem Herzen liegenden Theilen des Körpers, führen das Blut, das die Körperarterien nach den Körperorganen geleitet haben, wieder zum Herzen zurück. Die zwei vorderen Venenstämme — *Venae cardinales anteriores s. V. jugulares* (Fig. 195 *cas cad*) — führen das Blut aus dem Verbreitungsbezirke der Carotiden zurück.

Die zwei hintern Venenstämme — *Venae cardinales posteriores (cps cpd)* bringen das Blut zurück, das die Aorta zum hintern Körperbebezirk, besonders zum Schwanz, zu den Nieren, der Schwimmblase und den Geschlechtsorganen geführt hat. In der Nähe des Herzens vereinigen sich jederseits jene vorderen mit diesen hinteren Venenbahnen zu je einem gemeinsamen Stamm *(D)*, *Truncus venosus communis s. Ductus Cuvieri*, welcher quereinwärts, gegen den Vorhof des Herzens, läuft, um mit dem anderseitigen gemeinschaftlich in einen, Vorhof ähnlichen, Venensack *(s)* — *Sinus venosus communis* — der unmittelbar vor dem Vorhofe liegt und in diesen einmündet, sich einzusenken.

Die Venae cardinales posteriores werden zunächst von einer in zwei Schenkel sich spaltenden Fortsetzung der Vena caudalis gebildet, und in ihrem fernern Verlaufe dann weiter verstärkt durch die Venen der Nieren. Ursprünglich sind die beiden hintern Cardinalvenen ganz symmetrisch angelegt. Allein in der Regel gewinnt die rechte ein bedeutendes Uebergewicht über die linke und zwar 1) dadurch, dass die Vena caudalis allmälig ihr Blut ganz in die rechte einführt und der Schenkel nach der linken sogar schwindet, und 2) selbst auch die linke Niere einen Theil ihrer Venen der linkseitigen Cardinalvene entzieht und in die rechte hinüberführt, so dass dann die linke Cardinalvene nur noch von denjenigen Nierenvenen gebildet wird, welche nicht in die rechte hinübergingen. Wo, wie bei manchen Fischen (Diodon, Tetrodon, Cepola rubescens, Gymnotus electricus, Cobitis fossilis etc.), die linke hintere Cardinalvene stärker, als gewöhnlich, gefunden wird, ist dies besonders durch das Verhalten der Nierenvenen bedingt, indem diese, statt in die rechte Cardinalis grösstentheils einzumünden, auf

beide Cardinalvenen sich gleich vertheilen, oder selbst vorzugsweise zur linken sich begeben (Hyrtl).

Die Vena caudalis durchbohrt bei ihrem Uebergange in die hintere rechte Cardinalvene das hintere Ende der rechten Niere, erweitert sich wohl auch darin, und läuft, wenn die beiden Nieren nicht mit einander verwachsen sind, unter Aufnahme der Nierenvenen und der Venen der Schwimmblase, dann am innern Nierenrand nach vorn weiter.

*αα) Nierenpfortadersystem* (Fig. 196).

Bei manchen Fischen indess, namentlich bei Diodon, Tetrodon, Tricanthus, Muraena, Pterois, Cepola, den Siluroiden u. a. löst sich, wie Hyrtl diess findet, die Vena caudalis am hintern Nierenende pfortadermässig zu kleineren Venen auf, die in die Nieren sich verzweigen und in deren Capillaren übergehen, also ein Nierenpfortadersystem bilden, durch welches alles venöse Blut des hintern Körpertheils mittelst dieser zuführenden Venen — *Venae renales advehentes* — in die Nierencapillaren eingeführt wird, um nach seiner Verwendung zum Zwecke der Nierenabsonderung durch die wegführenden Nierenvenen (*rvh*) — *Ven. renales revehentes* — in einen, der hintern Cardinalvene analogen Venenstamm erst ergossen zu werden.

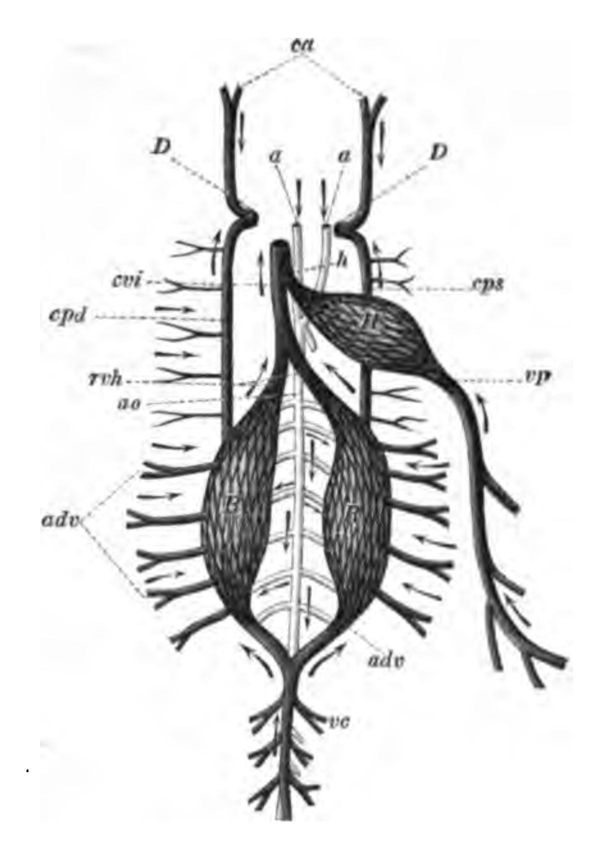



**Fig. 196.** Nieren- und Leberpfortadersystem bei Fischen. *a* Aortenwurzeln. *ao* Aorta communis. Schema der Körpervenen der Fische, wenn sie ein Nervenpfortadersystem haben. *a* Aortenwurzeln. *ao* Aorta. *ca* Vena cardinalis anterior. *cpd cps* Rechte und linke hintere Cardinalvene. *vc* Vena caudalis. *adv* Venae renales advehentes. *R* Netz, zu welchem sich diese in der Niere auflösen. *rvh* Venae renal. revehentes. *cvi* Vena cava inferior. *vp* Vena portae. *H* Netz derselben in der Leber. *h* Vena hepatica.

Bei manchen andern Fischen (Esox lucius, Scorpaena, Cottus quadricornis, Exocoetus), die auch ein Nierenpfortader-

sysem haben, werden die Venae renales advehentes nach Hyrtl, statt von der Vena caudalis, von den Venae intercostales, oder, wie bei der Forelle, von einer rechtseitigen Rumpfvene, oder, wie bei Platessa passer, von den Hodenvenen und einer Stammmuskelvene gebildet. Indess ist das Nierenpfortadersystem kein allgemeines Vorkommniss bei den Fischen. Die bei weitem meisten scheinen vielmehr desselben zu entbehren.

### ββ) *Leberpfortadersystem.*

Während der hinter der Rumpfhöhle liegende Caudaltheil des Körpers mit den Nieren seine Venen in die hintere Cardinalvene sendet, führen die Wandung der Rumpfhöhle nebst den darinliegenden übrigen Eingeweiden, namentlich Magen, Darm, Milz, bei manchen Fischen auch die Schwimmblase und Geschlechtsorgane ihre Venen in eine Leberpfortader *(Vena portarum)* zusammen, welche bald einfach (Plagiostomen, Petromyzon etc.), bald mehrfach ist, aus zwei Stämmen, wie bei Clupea, Esox, Blennius, oder selbst aus drei Stämmen, wie bei Cottus u. a. besteht. Die Leberpfortader kommt, wie überhaupt bei allen Wirbelthieren, so auch bei allen Fischen vor. Ihr Blut, nachdem es der absondernden Thätigkeit der Leber gedient hat, wird in Verbindung mit dem durch die Leberarterie zugeführten, in den wegführenden Lebervenen (*Venae hepaticae*) gesammelt, welche entweder in den Sinus venosus communis sich ergiessen, oder da, wo ein Nierenpfortadersystem besteht, mit dem Venenstamm zusammenfliessen, der von den Venae renales revehentes zusammengesetzt wird, welcher Venenstamm der Vorläufer gleichsam für die in der nächsten Classe der Amphibien, bei welchen die hintere Cardinalvene sich zurückgebildet hat, auftauchende untere Hohlader *(Vena cava inferior)* ist.

### γγ) *Ueber das Vorkommen von accessorischen oder Hülfsherzen an den Körperblutbahnen der Fische.*

Wir haben schon oben darauf hingewiesen, dass bei den Fischen die Bewegung des Blutes durch die Bahnen des ganzen Kreislaufes sehr viel schwächer von Statten geht, als bei höheren Wirbelthieren, da bei letzteren auf der arteriellen Bahn ein besonderes Körperherz sich befindet — hier dagegen nur das eine venöse Herz dieselbe bewirkt. Durch die Kiemencapillaren hindurch muss dieses das Blut auf den Körperarterienbahnen und durch die Körpercapillaren endlich noch hindurch in die Körpervenen bis wieder zum Herzen zurück, fortbewegen. Es schien daher mit diesen Einrichtungen des Kreislaufes ganz in Einklang zu stehen, ja es schien eine Forderung der Nothwendigkeit zu sein, dass an einzelnen Bezirken der peripherischen Gefässbahnen herzähnliche Bildungen angelegt seien, die als

Hülfsherzen, als accessorische Propulsionsorgane die Fortbewegung des Blutes unterstützen und verstärken könnten.

So hat man geglaubt, an der, zu den ansehnlichen Brustflossen gehenden, Arteria axillaris bei Torpedo und Chimaera ein solches Hülfsherz — sog. Axillarherz — für die arterielle Gefässbahn — und an der Wurzel der Vena caudalis bei Muraena und Muraenophis ein solches sog. Caudalherz — für die venöse Körperblutbahn gefunden zu haben.

Allein wenn schon ihr sehr vereinzeltes Vorkommen zeigen musste, dass sie keine allgemeine Bedeutung für den Kreislauf des Blutes bei Fischen haben konnten, so hat die nähere Untersuchung dargethan, dass sie mit dem Blutkreislaufe wirklich nichts zu thun haben.

Die sog. Axillarherzen, welche von Duvernoy *) entdeckt und darauf von Valentin **) näher beschrieben wurden, sind daher schon längst, besonders seit den Untersuchungen Leydig's ***), aus der Reihe herzartiger Organe wieder ausgestrichen. Und wenn das Caudalherz beim Aal, das Marshal Hall kennen lehrte, sich in längerem Credit gehalten hat, so hat es dieses dem Umstande zu verdanken, dass es ein wirklich herzartiges Organ mit rhythmischen Contractionen ist, das nur nicht für die Fortbewegung des venösen Blutes, sondern für die der Lymphe angelegt ist, also nicht ein venöses Hülfsherz, sondern ein Lymphherz darstellt. Seine Contractionen kann man beim lebenden Aal sehr leicht wahrnehmen, wo man aber auch nach seiner Bloslegung sich überzeugen kann, dass es kein Blut enthalte, sondern einen hellen blassen Inhalt in die darunterliegende Vena caudalis austreibt. — Aehnlich mag es sich auch mit dem pulsirenden Organ verhalten, was Davy in den Genitalanhängen der Plagiostomen beobachtete.

Bei den Fischen kommt nur ein Hülfsherz, welches das Kiemenherz in seiner Einwirkung auf die Körperblutbahn unterstützt und den Mangel eines arteriellen Körperherzens ergänzen soll, vor. Dieses ist der Balbus arteriosus, der, gleich der Herzkammer, auch rhythmisch sich zusammenzieht und offenbar die Kraft, mit der das Blut aus dem Herzen ausgetrieben wird, bedeutend verstärkt, ja verdoppelt. Die Anlegung peripherischer Hülfsherzen thut diesem nach bei den Fischen doch nicht so allgemein Noth, als es bei flüchtiger Uebersicht der Kreislaufsverhältnisse derselben den Schein haben konnte.

---

*) Ann. de sc. nat. 2. Sér. VIII. p. 35. pl. 3.

**) Müller's Archiv. 1842.

***) Vergl. dessen Anatomie u. Histologie von Chimaera monstrosa, in Müller's Arch. 1851, und Beitr. z. Anat. und Entw. d. Rochen u. Hai. Leipzig 1852. Lehrbuch d. Histologie. S. 190.

Aus den gemachten Darlegungen wird auch ersichtlich, warum der contractile Bulbus arteriosus nicht ausschliessliches Eigenthum der Fische ist, sondern auch denjenigen Amphibien zukommt, welche nur einen Herzventrikel haben, also das Blut seinen Lauf durch den Körper unter ähnlichen ungünstigen Verhältnissen, als wie bei den Fischen, vollziehen müsste, sonach auch der gleichen Unterstützung bedürftig ist.

#### bb) Von den Körpervenen der Amphibien.

Das so einfach angelegte System der Cardinalvenen der Fische erleidet bei der Klasse der Amphibien sehr beträchtliche Veränderungen, die allerdings bei denjenigen Fischen, welche ein Nierenpfortadersystem erhielten, schon gewissermassen vorbereitet wurden.

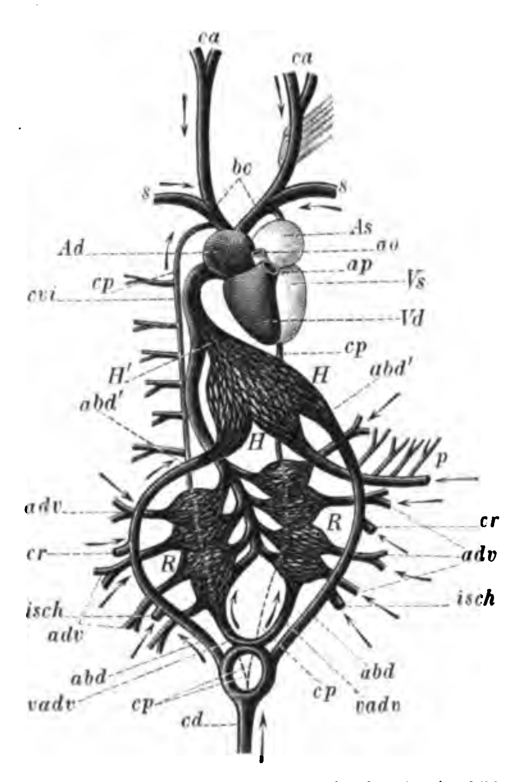



**Fig. 197.** Schema des Venensystems der beschuppten Amphibien. *As* Linke Vorkammer. *Vd* Rechte Herzkammer. *Ad* Rechte Vorkammer. *ca* Vena cardinales anterior s. jugularis, welche hier noch die Vene der vorderen Gliedmasse (*Vena subclavia*) (*s*) aufnimmt. *cp* Venae cardinalis posteriores, welche sich zurückgebildet haben und nur noch die Venen der Rumpfwand aufnehmen. *cd* Vena caudalis, welche nicht mehr in die Venae cardinales posteriores sich fortsetzt, sondern zum einen Theil (*vadv*) als Venae renales advehentes in das Nierenpfortadernetz, zum andern Theil in die beiden Venae abdominales (*abd*) übergeht. *isch* Vena ischiadica. *cr* Vena cruralis, das Blut von der hinteren Gliedmasse aufnehmend. *abd'* Uebergang der Venae abdominales in das Leberpfortadernetz. *p* Pfortader der Leber. *H* Leberpfortadernetz. *H'* Lebervene. *adv* Venae renales advehentes. Die vom inneren Nierenrand hervorkommenden Venae renales revehentes fliessen von beiden Seiten zu einem gemeinsamen Stamme, dem Anfange der Vena cava inferior zusammen. *cvi* Vena cava inferior.

Die vorderen Cardinalvenen der Fische erleiden zwar bei den Amphibien keine sehr wesentliche Umgestaltungen. Die wichtigste Veränderung ist die Aufnahme der Venen von der vorderen Gliedmasse — Vena axillaris, welche mit dem vom Kopfe zurückkommenden Theil, nun Vena jugularis genannt, jederseits einen Stamm bildet, welcher in den Sinus venosus und durch diesen in den rechten Vorhof einführt. Diese beiderseitigen Venenstämme, welche Venae brachio-cephalicae sind, stellen die jetzt sog. oberen Hohladern (*Venae cavae superiores*) dar.

Die hinteren Cardinalvenen dagegen zeigen sich bei der ganzen Classe der Amphibien (der nackten sowohl als der beschuppten) zu untergeordneten Venen zurückgebildet,

Venen und statt ihrer taucht eine andere Venenbahn, die untere Hohlader (*Vena cava inferior)*, für die Rückfuhr des venösen Blutes aus dem hintern Körperbezirke auf (Fig. 197). Die hintern Cardinalvenen verlieren von da an ihre Bedeutung als Haupt-Körpervenenbahnen, wo die wichtigste Zufuhr von Venen des Schwanzbezirkes, des Beckens und der hintern Gliedmassen ihnen dadurch entzogen wird, dass diese Venen zur Bildung eines Nierenpfortadersystems und theilweise auch zur Bildung der Leberpfortader verwendet werden.

Die Vena cava inferior (*ci*) entsteht zunächst durch den Zusammenfluss von den beiderseitigen Venae renales revehentes (*rvh*) zu einem, zwischen beiden Nieren liegenden unpaaren Venenstamm. Eine wesentliche Verstärkung erhält dieser dadurch, dass in sein vorderes, dem Herzen nahe liegendes Ende auch noch die Lebervenen *(Venae hepaticae* [*vh*]*)* sich einsenken. Ausserdem nimmt die so gebildete Vena cava inferior auch die Venen von den keimbereitenden Geschlechtsorganen (Eierstock und Hoden) auf.

Die Venen des hintersten Körperbezirks, des Schwanzes, Beckens, der hintern Gliedmassen, so wie auch die Venen vom Rückentheil der Rumpfhöhle und von den Keimleitern (*Oviducten*) und Samenleitern gehen bei allen nackten und den meisten beschuppten Amphibien grösstentheils in die Bildung des hier allgemein sich findenden Nierenpfortadersystems, theilweise auch in die Pfortader der Leber über.

Bei den nackten Amphibien bilden die Venen von den angeführten Theilen die Nierenpfortader jederseits, welche, am äusseren Nierenrande liegend, in die Nieren sich verästelt. Ihre hintern Enden fliessen von beiden Seiten zusammen zur Bildung der sog. Vena abdominalis anterior (Fig. 198 *abd.a*), welche an der Bauchwand nach vorn sich zieht, um am vorderen Theil des Körpers, in die Tiefe sich senkend, in die Leber einzutreten und einen Theil der Leberpfortader zu bilden.

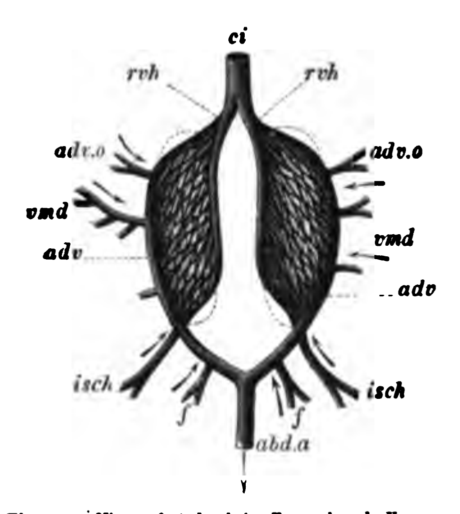



**Fig. 198.** Nierenpfortader beim Frosch. *adv* Vena renalis advehens, welche noch Zufuhr erhält durch Venen der Keimleiter (*adv.o*), der Rückenwand der Bauchhöhle (*vmd*), sowie durch die Vena ischiadica (*isch*) und Vena cruralis (*f*). *abd.a* Vena abdominalis anterior, welche unpaar ist und durch Verbindung der hintern Enden der beiderseitigen Venae renales advehentes zu Stande kommt. *rvh* Venae renales revehentes, welche am innern Nierenrand hervorkommen und zur Vena cava inferior zusammenfliessen (*ci*).

Bei den beschuppten Amphibien (Fig. 197) ist die Abän-

derung, dass, ausser einem Theile der Caudalvene, auch noch die Vena ischiadica und V. cruralis, welche dort noch zur Nierenpfortader verwendet wurden, hier in die Vena abdominalis anterior, die auch paarig ist, sich ergiessen, also zur Bildung des Leberpfortadersystems dienen.

Bei den Ophidiern und Cheloniern, nicht aber bei Krokodilen, ist das Nierenpfortadersystem insoweit wieder zurückgebildet, als einestheils Venen, die sonst jenes noch bilden, in die Abdominalvenen und dadurch in die Leberpfortader einführen, anderntheils diejenigen Venen, welche noch den Venae renales advehentes entsprechen, in die Nieren zwar eintreten, darin sich aber nicht zu Capillaren auflösen, sondern ungetheilt durch die Nieren hindurchgehen und, am inneren Nierenrand wieder hervorkommend, mit den Nierenvenen in die Wurzel der Vena cava inferior sich fortsetzen. Dieser direkte Uebergang der Venae renales advehentes in die Vena cava inferior ist bemerkenswerth, da er den Uebergang zu der Anordnung der Rumpfvenen der Vögel und der Säugethiere vorbereitet. Oben wurde schon darauf hingewiesen, dass die Venae cardinales post. ihre Bedeutung als Hauptvenenbahnen des Rumpfes verlieren und in Folge dessen sich zurückbilden, so bald die Venen des hintersten Körperbezirks aufhören, ihre Hauptwurzeln zu bilden, vielmehr zur Bildung der beiden Pfortadersysteme, besonders des Nierenpfortadersystems, dienen, und an ihrer Stelle nun die Vena cava inferior auftritt. Man sollte nun erwarten, dass, wenn diese hintersten Körpervenen aufhören, ein Nierenpfortadersystem zu bilden, vielmehr unverästelt durch die Nieren nach vorn weiter gehen, sie nun wieder, wie ursprünglich, in die hintern Cardinalvenen eingingen und deren frühere Bedeutung als Hauptvenenbahnen wieder herstellten. Allein dies findet eben nicht statt, indem sie, die Cardinalvenen verkümmert lassend, in die aus Venae renales revehentes gebildeten Hauptwurzeln der Vena cava inf. übergehen, wodurch sie die Brücke zum Verständniss der Rumpfvenen der höhern Wirbelthiere (Vögel und Säugethiere) bildet.

Die Leberpfortader (Fig. 197) wird bei den Amphibien, wie überhaupt bei den Wirbelthieren, erstens von den Venen des Magens, Darmkanals und der Milz gebildet; dann nimmt zweitens die Vena abdominalis anterior einen sehr wichtigen Antheil an ihrer Zusammensetzung, und dadurch mittelbar auch die in die letztere sich ergiessenden Venen der hintern Extremität und des Beckens. Bei den Ophidiern gehen noch von den rechten Nierenvenen Aeste in sie über, so wie auch Venae intercostales. Die aus der Leber das Blut wieder wegführenden Lebervenen *(V. hepaticae)* ergiessen sich in die Vena cava inferior. Bei Cheloniern gehen indess zwei ansehnliche Lebervenen auch direkt in den Sinus venosus über.

### cc. *Körpervenen der Vögel.*

Die Venen der oberen Körperhälfte (Kopf, Hals, Brust und obere Gliedmassen) verhalten sich im Allgemeinen ähnlich, wie bei den beschuppten Amphibien. Vom Kopfe (Fig. 199) führen die Venae jugulares

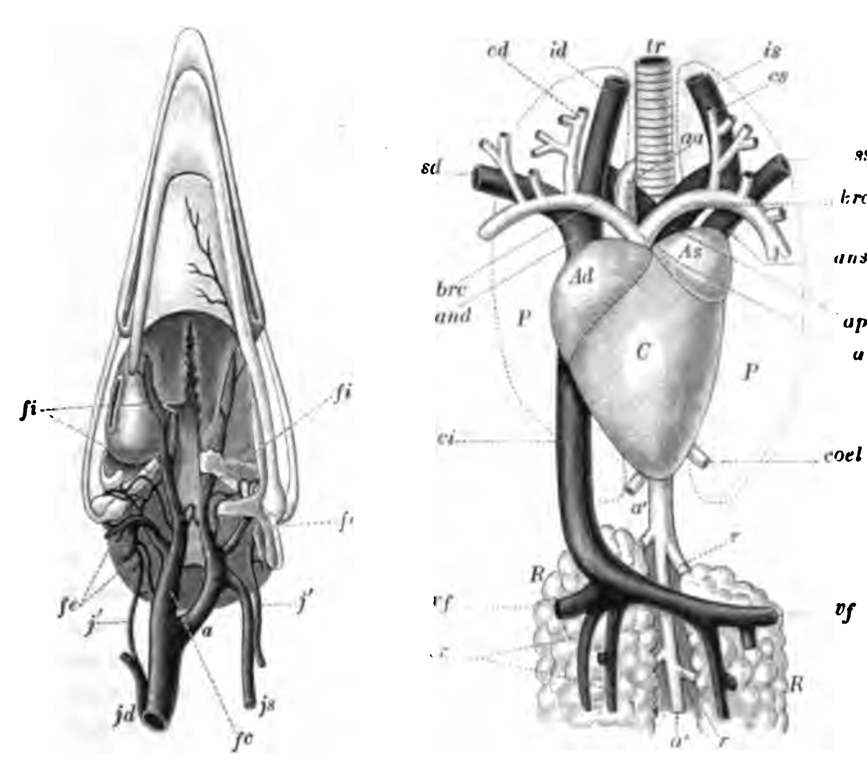



**Fig. 199.** Venen des Kopfes von Meleagris gallopavo von unten, mit Entfernung der Muskeln des hintern Theils der rechten Seite des Unterkiefers, des rechten Gaumenbeins und zum Theil des rechten Flügelbeins (nach Neugebauer). *jd* Ven. jugularis dextra. *js* Vena jug. sinistra. *j''* Wurzel derselben aus der Schädelhöhle (*Vena cephalica posterior s. jug. interna*). *fc* Vena cephalica anterior s. facialis communis. *a* Anastomose, welche das Blut aus der linken in die rechtseitige überführt. *fe* V. facialis externa. *fi* Vena facialis interna.

**Fig. 200.** Körpervenenstämme vom gemeinen Schwan (nach Otto). *c* Herzkammertheil des Herzens. *Ad* Rechter Vorhof. *As* Linker Vorhof. *a* Aorta. *aa* Arcus aortae. *brc* Trunci brachiocephalici. *cd cs* Rechte und linke Carotis. *a'* Aorta abdominalis. *coel* Art. coeliaca. *r* Aeste zu den Nieren (*R*). *ap* Arteria pulmonalis. *P* Lungen, durch punktirte Linien nur angedeutet. *tr* Luftröhre. *id is* Rechte und linke Vena jugularis. *sd ss* Rechte und linke Vena subclavia. *and ans* Rechte und linke Vena anonyma (*Venae cavae superiores*). *ci* Vena cava inferior. *vf* Vena femoralis. *vr* Venae renales.

das Blut zurück, von denen die rechte jedoch meistens viel stärker ist, als die linke in Folge einer Anastomose dicht unter der Basis cranii, durch welche ein Theil des Blutes der linken in die rechte noch abgeleitet wird. Von den Flügeln und der Brustmuskulatur führen die Venae subclaviae zurück, welche, mit der V. jugularis sich vereinigend, jederseits den Stamm der Venae brachiocephalicae s. anonymae, bilden (Fig. 200), gewöhnlich jedoch Venae cavae superiores genannt werden. Beide sen-

ken sich in den rechten Vorhof ein, ohne vorher, wie bei den Amphibien dies noch der Fall war, einen Sinus venosus gebildet zu haben.

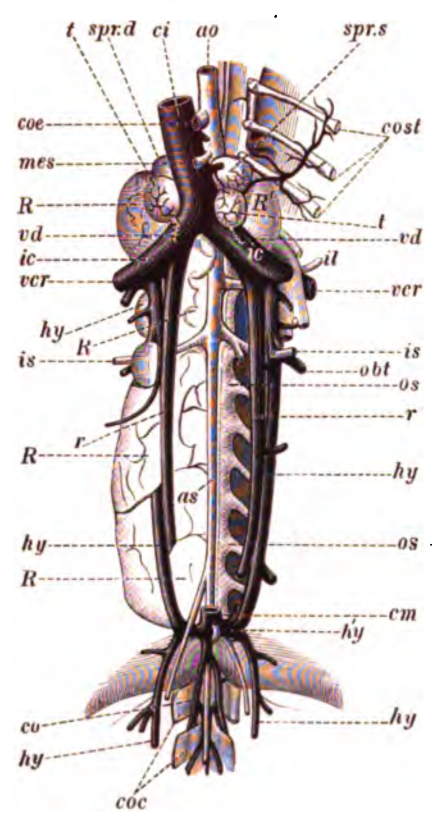



**Fig. 201.** Beckenvenen der Gans (*Anser domesticus*). Von der linken Niere ist der grössere Theil entfernt und der vorderste Lappen (*R'*) zurückgelassen, dagegen die rechte Niere erhalten worden (nach Neugebauer). *cost* Die drei hintersten linken Rippen. *os* Kreuzbein. *coc* Erster und zweiter Schwanzwirbel. *t* Rechter und linker Hoden mit einem Stücke ihrer Ausführungsgänge (*vd*). *spr.d spr.s* Rechte und linke Nebennieren. *ao* Aorta. *il* Art. iliaca sinistr. *is* Art. ischiadica. *as* Art. sacralis media in die Schwanzarterien ausgehend. *ci* Vena cava inferior. *ic* Vena iliaca communis. *vcr* Vena cruralis. *hy* Vena hypogastrica. *obt* Vena obturatoria. *r* Vena renalis. *h'y* Anastomose beider venae hypogastricae. *co* Schwanzvenen, in die vorhergehende führend. *cm* Vena coccygeomesenterica.

Die Venen der untern Körperhälfte (des Rumpfes und der untern Gliedmassen) werden in der unteren Hohlader (*Vena cava inferior*) vereinigt, deren Hauptwurzeln von den Venen des Beckens, der Nieren und der unteren Gliedmassen geliefert werden (Fig. 200 und Fig. 201). Die Venen der letzteren sammeln sich in der Vena femoralis, welche von der Hauptschenkelarterie darin abweicht, dass sie diese nicht längs der hinteren Seite des Oberschenkels zur Incisura ischiadica begleitet, sondern oberhalb des Knies an die vordere Oberschenkelfläche sich wendet, um neben der schwachen Art. femoralis (Fig. 202) in die Bauchhöhle einzudringen und mit den Beckenvenen den Anfang der Cava inferior zu bilden. Von den Venen des Beckens und Schwanzbezirks (Fig. 201) gehen zwar noch nach Art der Venae renales advehentes einige nicht unbedeutende Venen in die Nieren hinein, ähnlich wie bei den Cheloniern, allein sie bilden darin kein Nierenpfortadernetz, sondern gehen unverästelt durch, um am obern Ende der Nieren wieder auszutreten und in die Cava inf. sich einzusenken.

Bei Tauchervögeln ist die V. cava inferior aus Gründen, die früher schon beleuchtet wurden, ganz besonders weit.

Die Vena portarum wird von den Venen der Eingeweide, besonders denen des Verdauungsapparates, auch einigen Zweigen der Venen des Beckenbezirks, besonders der mittleren Fortsetzung der Caudalvene, zusammengesetzt.

Die Venae hepaticae gehen auch hier, wie sonst, in das obere Ende der unteren Hohlader ein, und sind bei Tauchervögeln gleichfalls sehr erweitert.

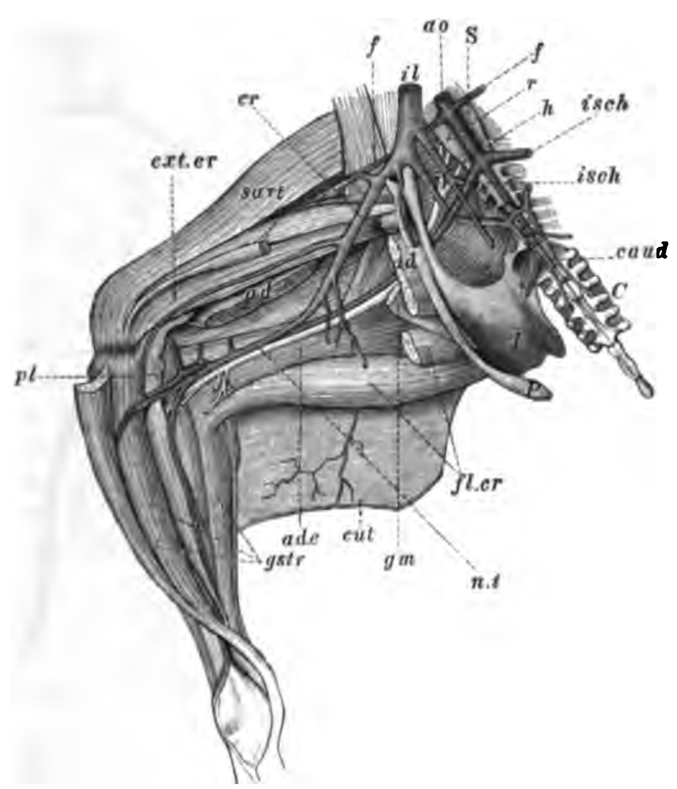



**Fig. 202.** Gefässe des Beckens und Schenkels von Gallus gallinaceus (nach Neugebauer). *S* Os sacrum. *C* Schwanz. *P* Os pubis. *J* Os ischii. *sart* M. sartorius. *ext.cr* Extensor cruris internus. *ad* Adductor internus. *ad.e* Adductor externus. *fl.cr* Flexores cruris interni. *gm* Musc. gemellus superior. *gstr* M. gastrocnemius. *cut* Cutis. *ao* Aorta. *f* Art. femoralis ant. *isch* Art. ischiadica s. femoralis posterior. *pl* Art. poplitea. *n.i* Nervus ischiadicus. *il* Vena iliaca com. *r* Vena renalis. *h* Vena hypogastrica. *cr* Vena iliaca externa s. cruralis. *caud* Art. et venae caudales.

### dd. *Körpervenen der Säugethiere.*

Hier finden sich, wie beim Menschen, nur zwei Hauptvenenbahnen, eine obere (*Vena cava superior*) und eine untere Hohlader (*Vena cava inferior*), von denen erstere das Blut aus dem, vor dem Zwerchfell befindlichen Körperbezirke — also vom Halse und Kopfe, Thorax und den vorderen Gliedmassen, die letztere dagegen aus dem hinter dem Zwerchfell liegenden Körpertheil, also vom Unterleibe, Becken, Schwanz und den hinteren Gliedmassen, — nach dem Herzen zurückbringt. Die obere Hohlader wird durch die Vereinigung der bei den Vögeln getrennten Venae brachio-cephalicae s. anonymae zu einem Stamme und durch Aufnahme der aus der Brusthöhlenwand das Blut zurückführen-

den Vena azygos gebildet. Nur bei einigen Säugethieren (mehreren Nagern, Beutelthieren, Monotremen, manchen Chiropteren, beim Elephanten, Igel u. a.) bleiben die Venae anonymae getrennt und mündet die linke gesondert in den rechten Vorhof, in welchem Falle man wieder, wie bei den Vögeln und Amphibien, von zwei Venae cavae superiores spricht.

Diese Vereinigung zu einer obern Hohlader und dann das Auftreten von noch einer zweiten Vena jugularis, sodass man nun eine Vena jugularis externa und interna unterscheiden muss, ist eine, den Säugethieren und dem Menschen zugehörige Eigenthümlichkeit, welche andern Wirbelthieren abgeht, obschon allen in den frühesten Embryonalperioden jene einfache Venenanlage der Fische, wenn auch nur sehr vorübergehend, gemeinsam ist.

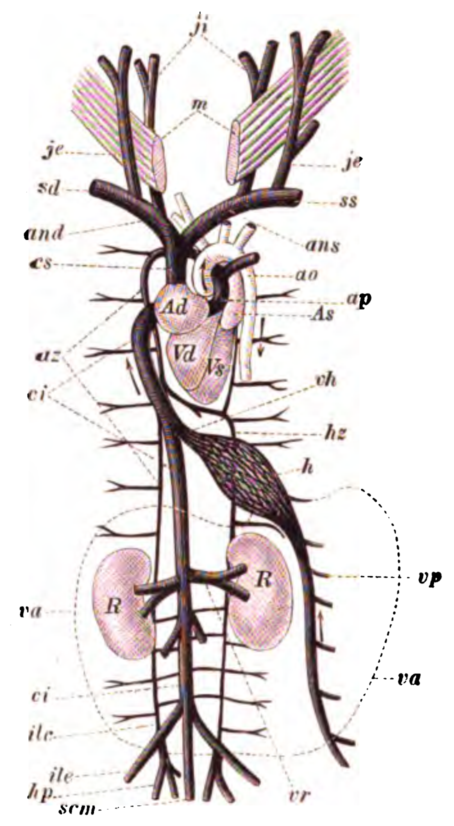



**Fig. 203.** Schema der Venen der Säugethiere und des Menschen. *Vd Vs* Rechter und linker Herzventrikel. *Ad As* Rechter und linker Vorhof. *ao* Aorta. *ap* Art. pulmonalis. *cs cs* Vena cava superior. *and ans* Vena anonyma dextra et sinistra. *sd ss* V. subclavia dextra et sinistra. *je* V. jugularis (*externa*). (Ueberrest der Vena cardinalis anterior). *ji* V. jugularis interna, secundärgebildete Hauptabzugsbahn des venösen Blutes vom Kopfe. *m* Musc. sternocleidomastoideus. *az hz* Vena azygos und hemiazygos, als Ueberreste der ursprünglichen Venae cardinales posteriores. *ci* V. cava inf. *vp* Pfortader. *h* Das Lebernetz derselben. *R* Nieren. *ilc* V. il. com. *ile* V. iliaca externa. *hp* V. hypogastrica. *scm* V. sacra med. *vr* V. renalis. *va* Die früher vorhandene V. abdominalis anterior punctirt angedeutet.

Die Venae anonymae (oder die sog. oberen Hohlvenen) sind, wie dies aus den früheren Erörterungen hervorgeht, die hintern Enden der ursprünglichen vorderen Cardinalvenen oder Venae jugulares, nachdem diese bei den, mit vordern Gliedmassen versehenen Thieren noch die Vena subclavia aufgenommen haben. Ursprünglich flossen sie in der Nähe des Herzens mit den hintern Cardinalvenen zur Bildung der Ductus Cuvieri zusammen. Diese hintern Cardinalvenen verkümmern aber bei den drei obern Wirbelthierklassen und sinken zu Venenbahnen niedern Ranges herab, die nur das Blut von der Wirbelsäule und einem Theile der Rumpfhöhlenwand noch aufnehmen. Die auf solche Weise reducirte rechte hintere Cardinalvene erhält sich am vollständigsten, und stellt die Vena azygos dar. Nach vorn verbindet sich diese mit der

Anonyma dextra zu einem Stamme (*cs*), welcher den, gleichsam noch fortbestehenden, Duct. Cuv. dexter repräsentirt.

Die linke hintere Cardinalvene verkümmert in höherem Maasse, namentlich ihr vorderes Ende und geht, statt in die linke Anonyma, nach rechts in die V. azygos über; daher ihr Ueberrest Vena hemiazygos heisst (Fig. 203 u. 204). Der Wegfall des Blutzuflusses in die V. anonyma sinistra von Seite der V. hemiazygos bereitet eine Verkümmerung der ersteren vor, welche dadurch schliesslich zur Vollendung kömmt, dass eine, zwischen dem obern Ende der linken Anonyma und untern Ende der rechten auftauchende Anastomose (secundäre *Anonyma sinistra*) das Blut jener ganz entzieht und der rechten zuführt (Fig. 204). Der durch diese beiden Venae anonymae gebildete gemeinsame Stamm ist nun die Vena cava superior, welche an ihrer hintern Seite noch die V. azygos aufnimmt. Sie stellt den persistirenden Ductus Cuvieri dexter mit Vena anonyma sinistra dar. Von dem Ductus Cuv. sinister bleibt nur das Ende noch offen, in welches die grosse Herzvene (*cmc*) sich einsenkt und leitet diese für sich in den rechten Vorhof. Diese Umwandlung der ursprünglichen Venenanlage macht manche Venenanomalien, die sonst unverständlich wären, erklärlich, wie z. B. die, wo die linke Vena jugularis oder subclavia oder die ganze Anonyma mit der grossen Kranzvene des Herzens zusammenmünden.

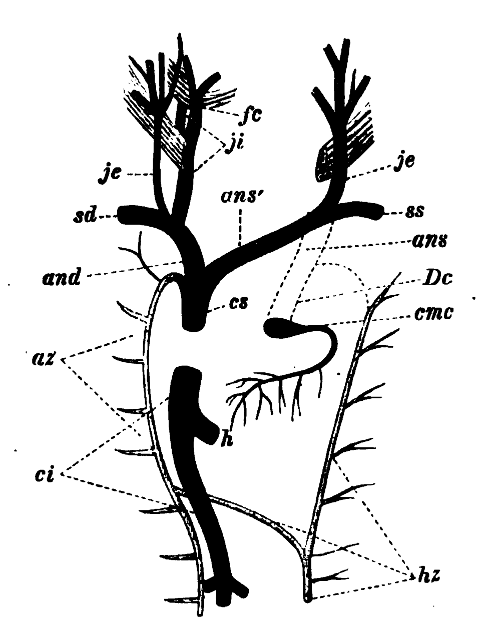



**Fig. 204.** Schema der Rückbildung des linken Duct. Cuvieri und der linken Vena anonyma, sowie des Auftretens einer secundären Vena anonyma sinistra. *Dc* Eingegangener linker Duct. Cuvieri. *cmc* Offen gebliebene Vena coronaria magna cordis. *ans* Untergegangene Vena anonyma sinistra. *ans'* Vena anonyma sinistra secundaria. *and* V. anonyma dextra. *sd ss* Vena subclavia dextra et sinistra. *je* V. jugularis externa (*s. primitiva*). *ji* Vena jugularis interna (*s. secundaria*). *fc* V. facialis communis. *az hz* Vena azygos et hemiazygos. *ci* Vena cava inferior. *h* Vena hepatica.

Die Vena jugularis führt bei den Säugethieren in stärkerem Maasse das Blut vom Gehirn ab, als es bei den niederen Wirbelthieren der Fall war, wo es vorwiegend nach dem Wirbelkanale seinen Abfluss nahm. Eine Hauptwurzel empfängt sie an der Schläfe, wo der Sinus transversus durch einen einfachen oder doppelten Canal — Canalis temporalis — in der Schläfenbeinschuppe das Blut der Schädelhöhle in sie überführt. Doch entwickelt sich nebenbei noch eine zweite Abfuhrsöffnung für das venöse

Blut der Schädelhöhle an der Basis der letzteren, zwischen Os petrosum und Hinterhauptsbein, als Foramen jugulare, durch welches ebenfalls der Sinus transversus einen Theil seines Blutes nach unten ausführt, und die Anlegung einer secundären zweiten Vena jugularis vorbereitet, welche man V. jugularis interna heisst, gegenüber der ursprünglichen, die nun zur V. jug. externa wird.

Bei den meisten Säugethieren, namentlich den Wiederkäuern, Einhufern, Nagern u. a. ist indess erstere noch sehr unbedeutend und das Foramen jugulare sehr klein; daher die V. jugularis externa noch ihre ursprüngliche Stärke bei diesen Thieren besitzt. Bei den Carnivoren dagegen verkümmert die Abzugsbahn durch das Schläfenbein. Das Blut der Schädelhöhle nimmt vielmehr in die Vena jugularis interna seinen Abfluss. Daher diese jetzt stärker, die V. jug. externa dagegen durch Verlust der Schläfenwurzel sehr viel schwächer wird. Letztere wird auch dadurch noch wesentlich geschwächt, dass ein Theil der Venen der äusseren Theile des Kopfes, besonders des Antlitzes, die bisher sämmtlich in sie einführten, nun mit der Vena jugularis interna sich vereinigen.

Bei den Affen endlich — wo das Foramen jugulare, wie beim Menschen, ansehnlich entwickelt ist und der Sinus transversus in seiner ganzen Stärke in die Vena jug. interna überführt, letztere auch, mit Ausschluss der Venen des Hinterkopfes, die meisten äusseren Kopf- und Halsvenen in sich aufnimmt, — stellt die Vena jug. interna die Hauptvenenbahnen für Kopf und Hals dar, während die V. jug. externa zu einer untergeordneten Vene herabgesunken ist.

Die V. cava inferior (Fig. 203) verhält sich bei den Säugethieren, wie beim Menschen, indem sie von 2 Venae iliacae communes, in welche die Venen der hintern Gliedmassen, des Beckens und Schwanzes sich ergiessen, gebildet wird, und in ihrem Verlaufe die Venen der Nieren, Hoden und Eierstöcke, der hintern Wand der Bauchhöhle und endlich die der Leber, aufnimmt.

Die Pfortader verhält sich ebenfalls bei den Säugethieren, wie bei den Menschen. Denn auch hier wird sie durch den Zusammenfluss der Venen des Verdauungsapparates und der Milz gebildet. Nur hat sie bei manchen Säugethieren, wie bei den Einhufern, dem Rind u. a. das Besondere, dass sie Klappen besitzt, während sie beim Menschen klappenlos ist.

#### γ. Blutgefässapparat bei Amphioxus lanceolatus (Fig. 205).

Wenn wir das Gefässsystem dieses auf der niedersten Stufe der Wirbelthier-Organisation stehenden Geschöpfes erst jetzt zur Sprache bringen, so liegt der Grund davon darin, dass es von dem Plane, nach welchem dasjenige der übrigen Wirbelthiere angelegt ist, gänzlich abweicht, und

mehr an die Einrichtungen sich anschliesst, welche der Gefässapparat der wirbellosen Thiere, besonders der Würmer zeigte.

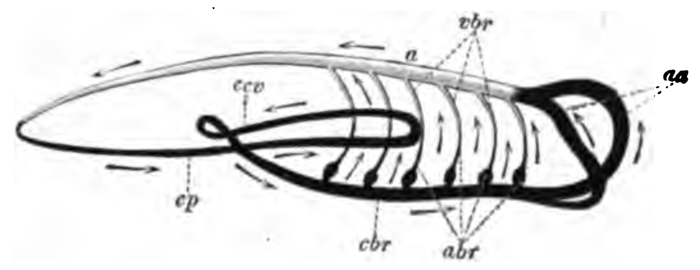



**Fig. 205.** Gefässsystem von Amphioxus lanceolatus. *cbr* Kiemenherz. *abr* Kiemenarterien, am Anfange contractile Erweiterungen (*Bulbilli*) bildend. *vbr* Kiemenvenen. *aa* Contractile Aortenbogen, direct aus dem vordern Ende des Kiemenherzens in die Aorta überführend. *a* Aorta. *cp* Pfortaderherz. *ccv* Hohlvenenherz.

Namentlich weicht es darin wesentlich ab, dass ein Herz in dem Sinne, in welchem wir es bei den übrigen Wirbelthieren finden, ihm abgeht. Die Bewegung des Blutes wird nur durch contractile Gefässstämme bewirkt, die man zwar Herzen nennt, die aber nach Form und Bau vom Wirbelthierherzen verschieden sind. Auch findet sich, wie es scheint, kein Kapillarnetz vor; nur durch einfache Anastomosen gehen die, meistens der Länge nach laufenden, Gefässstämme vorn und hinten in einander über. Ein solcher Längsstamm liegt an der ventralen Seite, in der Mitte, unter dem Kiemenkorbe, ein anderer an der dorsalen Seite unter der Chorda dorsalis, über dem Kiemenkorbe. Jener, die gemeinsame Kiemenarterie, die aber contractil ist, daher auch Kiemenherz (*Cor branchiale*) genannt, empfängt das venöse Körperblut und führt es an den Athemapparat. Dieser dagegen ist die Körperarterie (*Aorta*), welche ihr Blut vom Athemapparat erhält und nach hinten in den Körper ausführt.

Das Kiemenherz entsendet nach beiden Seiten an die Kiemen 25—50 Kiemenarterien (*Art. branchiales*), welche an ihrem Anfang contractile Erweiterungen (*Bulbilli*) besitzen, die dem Bulbus arteriosus der übrigen Fische vergleichbar sind. Nach vorn geht es in zwei contractile Gefässbogen (*Arcus aortae*) über, die in den vorderen Theil der Aorta zusammenfliessen. Diese wird ausser durch diese beiden Gefässbogen, namentlich noch durch die, von den Kiemen kommenden Venae branchiales zusammengesetzt.

Der aus dem Schwanzbezirke das Blut wieder zurückführende Gefässstamm, welcher contractil ist, geht an die ventrale Seite der einen Blinddarm bildenden Leber ist also der Pfortader vergleichbar, und wird desswegen auch Pfortaderherz genannt.

An der oberen (dorsalen) Seite der Leber zieht ein nach hinten wieder wegführender Gefässstamm hin, der an der Basis des Blinddarmes schleifenförmig umbiegt und in das hintere Ende des Kiemenherzens über-

geht. Er ist der Hohlvene (*Vena cava*) vergleichbar, zeigt gleichfalls Contractilität, wird daher Hohlvenenherz bezeichnet (J. Müller).

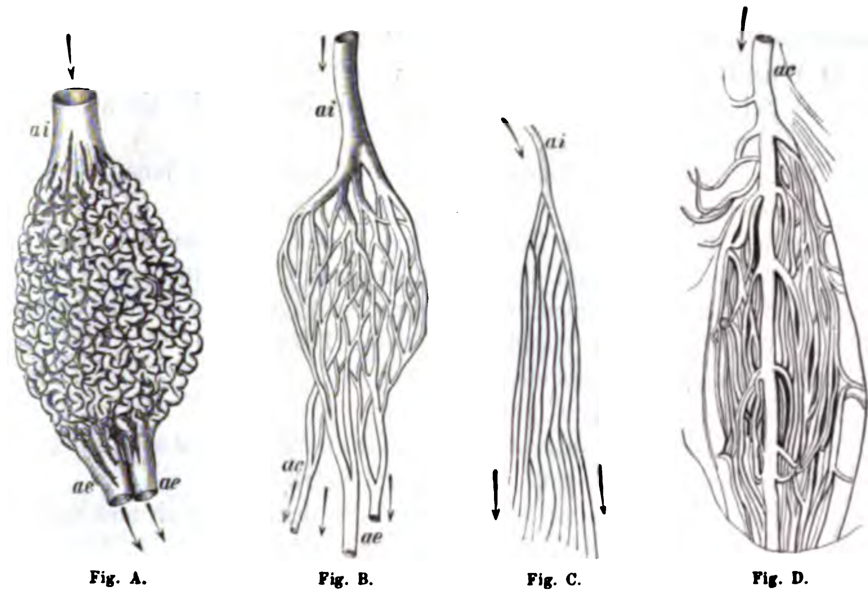
*δ. Von den Wundernetzen (Retia mirabilia).*

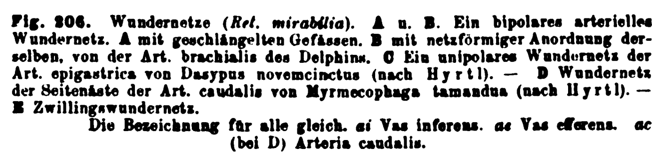
Wir können die Betrachtung der Blutgefässe der Wirbelthiere nicht abschliessen, ohne noch einer Anordnung Erwähnung gethan zu haben, welche sehr unser Interesse erregt, wenn wir auch nicht immer in der Lage sind, über den Grund ihrer Anwesenheit und über ihren Zweck etwas Bestimmtes angeben zu können. Es sind dies die sog. Wundernetze, welche in der Auflösung einer grösseren arteriellen oder venösen Blutbahn in eine grössere Zahl netz- oder geflechtartig anastomosirender feiner Gefässe bestehen, die meistens wieder zu einem einfachen Gefässstamme sich sammeln, um den begonnenen Verlauf so fortzusetzen, als wenn keine Unterbrechung erfolgt wäre. Es gibt auch Fälle, wo die aus der Auflösung des Stammes hervorgegangenen Gefässe keine Anastomosen mit einander eingehen (Fig. 206 C), oder nur die Seitenäste eines Gefässstammes zu einem Wundernetz sich auflösen, während der Hauptstamm durch das Wundernetz unverändert durchgeht (Fig. 206 D). Welchen Zweck die Wundernetze haben, ist für viele Orte ihres Vorkommens durchaus unbekannt. Soviel aber ist sicher, dass überall, wo sie auch vorkommen, sie eine Verlangsamung des Blutlaufes bewirken, da einerseits die Reibung der vermehrten Gefässwand und anderseits die Erweiterung des Strombettes die Geschwindigkeit eines Flüssigkeitstromes vermindert. Ob dies auf die Ernährungsvorgänge in dem Capillarsystem Einfluss hat, muss dahin gestellt bleiben. In Fällen, wo dem Blutstrome gewisse Unterstützungen, wie solche an den Gliedmassen die lebhaften Contractionen der Muskeln gewähren, mehr oder weniger abgehen, wie dies bei sehr trägen Thieren, die oft lang in derselben Stellung verharren, der Fall ist, mögen sie auch ähnlich, wie die Gefässanastomosen und Gefässgeflechte wirken. Auffallend ist es, dass bei den Amphibien in keinem Körpertheile, mit Ausnahme der Nieren, Wundernetze vorzukommen scheinen, während sie bei den drei andern Wirbelthierklassen gefunden werden.

Man macht verschiedene Unterscheidungen der Wundernetze, 1) nach dem Verhalten der ein- und ausführenden Gefässe, 2) nach dem Antheil, den entweder nur Arterien oder Venen, oder beide zugleich daran nehmen, 3) nach der Verlaufsweise und Anordnung der Gefässe im Wundernetz und 4) endlich nach dem Ort ihres Vorkommens.

Wenn die Gefässe des Wundernetzes dem einführenden Gefässstämmchen (*Vas inferens*) gegenüber wieder zu einem oder mehreren Stämmchen zusammenfliessen (*Vas efferens*), das seinen Verlauf fortsetzt, wie wenn keine Unterbrechung stattgefunden hätte, so nennt man

ein solches **Rete mirabile bipolare** s. amphicentricum (Fig. 206 A, B); während man es **Rete mir. unipolare** s. diffusum bezeichnet, wenn seine





Fig. 206. Wundernetze (*Ret. mirabilia*). A u. B. Ein bipolares arterielles Wundernetz. A mit geschlängelten Gefässen. B mit netzförmiger Anordnung derselben, von der Art. brachialis des Delphins. C Ein unipolares Wundernetz der Art. epigastrica von Dasypus novemcinctus (nach Hyrtl). — D Wundernetz der Seitenäste der Art. caudalis von Myrmecophaga tamandua (nach Hyrtl). — E Zwillingswundernetz.

Die Bezeichnung für alle gleich. *ai* Vas inferens. *ae* Vas efferens. *ac* (bei D) Arteria caudalis.




ausführenden Gefässe, ohne einen gemeinsamen Stamm gebildet zu haben, gesondert bleiben und sofort in Capillarbahnen überführen (Fig. 206 C).

Wird das Wundernetz nur von einer Arterie (Fig. 206 A—D) oder einer Vene gebildet, so heisst es **einfaches** (*Rete mirab. simplex*), auch **arterielles** oder **venöses Wundernetz**, während es **zusammengesetztes oder gemischtes**, auch **Zwillingswundernetz** heisst (*Rete mir. compositum, s. mixtum s. geminum*), wenn es von einer Arterie und Vene zugleich gebildet wird, d. h. ein arterielles und venöses Gefässnetz einander sich durchgreifen (Fig. 206 E).

Nach der Art, wie die Gefässe im Wundernetz verlaufen und angeordnet sind, kann man Wundernetze mit Strahlung der Gefässe in Form von Büscheln, Wedeln, Quästchen etc. (*Rete mir. radiatum s. fasciculatum*) mit netzförmiger Anordnung (*Ret. mir. reticulatum*) (Fig.

206 B) mit geschlängeltem Verlaufe (Fig. 206 A), mit Federfahne ähnlicher Anordnung (*Rete mir. pinnatifidum*) u. dgl. unterscheiden.

Nach dem Ort ihres Vorkommens und nach den Organen können nachfolgende besonders angeführt werden;

1) Wundernetze der Carotiden:
   a) Bei den Wiederkäuern an der Carotis interna, ehe sie an das Gehirn sich verästelt.
   b) Bei den Katzen hinten in der Augenhöhle an der innern Gesichtsarterie.
   c) Bei Myrnecephaga Tamandua am Endast der Manillaris externa.
   d) Bei den Vögeln an den Augenästen der Carotis interna.
   e) Bei den Plagiostomen in der Gegend der Augenhöhle an den Carotiden.
   f) Wundernetz der Pseudobranchie der Fische.
   g) Die sog. Chorioidealdrüse der Fische.
2) Wundernetze der Brusthöhle:
   a) Wundernetz der Intercostalarterien der Delphinen und ächten Cetaceen.
3) Wundernetze der Gefässe der Bauchhöhle.
   a) An den Lebervenen: Ein unipolares bei dem Thunfisch und Fuchshai, ein bipolares bei Lamna cornubium.
   b) Wundernetze der Pfortader oder der Darmvenen: Ein unipolares beim Fuchshai, ein bipolares beim Thunfisch.
   c) Wundernetze an der Art. coeliaca: Ein unipolares beim Fuchshai und ein bipolares beim Thunfisch.
   d) Wundernetze der Art. und Vena mesenterica superior (*Pterobalaena Barkow*).
   e) Wundernetze der Art. renalis — (*Glomeruli renales*) bei allen Wirbelthieren).
   f) Wundernetze der Lumbalarterie (*Delphin*).
   g) Wundernetze der Schwimmblase (Barsch, Aal, Gadus).
4) Wundernetze der Gliedmassen:
   Sie sind bald nur arterielle, bald venöse, bald auch gemischte oder Zwillingsnetze. Wo sie nur venöse sind, unterscheiden sie sich oft nicht wesentlich von gewöhnlichen engmaschigen Venengeflechten. Beispiele arterieller Wundernetze liefern
   a) Die Beckenarterien bei Schnabelthier und Echidna;
   b) Die Arteria brachialis bei Manis macrura, Myrmecophaga und Bradypus torquatus und den Cetaceen.
   c) Die Caudalarterien bei Manis, Myrmecophaga, Dasypus novemcinctus.
   d) Die Arterien des Schenkels bei Bradypus torquatus, Dasypus, Myrmecophaga tamandua, bei Manis u. a. (Hyrtl).

Zwillingsnetze finden sich an den Brachialgefässen des dreizehigen Faulthieres, sowie an den Schenkel- und Caudalgefässen desselben und bei manis macrura. c) Venöse Netze bilden die, die Brachialarterien begleitenden tiefen Venen beim Candor (Kammgeier) und die tiefen Unterschenkelvenen um die Art. tibialis beim weissen Schwan (Schröder v. d. Kolk).

---

### 8. Lymphgefässapparat der Wirbelthiere.

Bojanus, Anatome testudinis europaeae. Viln. 1818—21. — Fohmann, das Saugadersystem der Wirbelthiere. I. Hft. Heidelberg 1827. — Derselbe, Ueb. d. Verbindung d. Saugadern t. d. Venen. — Frey, Ueber d. Lymphdrüsen u. Lympfgefässe d. Menschen u. d. Säugethiere. Leipzig 1861. — Gurlt, Anatomie d. Haussäugethiere. Berlin 1834. Bd. II. S. 182. — Derselbe, Abbildung d. Anatomie der Haussäugethiere. Berlin 1829. — Hyrtl, Ueber d. Kopf- und Caudalsinuse d. Fische, in Müller's Arch. 1843. p. 224. — Derselbe, Ueb. d. Lymphherzen des Scheltopusik (*Pseudopus Pallasii*), in d. Denkschr. d. Wiener Academie. B. I. S. 25. — Fr. Meckel, System d. vergl. Anatomie. Bd. 6. — A. Meckel, Opuscula anatom. de vasis lymphaticis. Lips. 1760. — J. Meyer, Systema amphib. lymphat. disquisitionibus novis examinatum. Berl. 1845. — Monro, Vergl. Untersuchungen d. Baues d. Fische. Leipz. 1747. — J. Müller, Ueb. d. Lymphherzen der Amphibien, in dessen Archiv 1854. S. 296. — Derselbe, Ueb. die Lymphherzen der Chelonier, in Abhandl. d. Berliner Academie. Jahrg. 1839. S. 31. — Derselbe, die Lymphgefässe d. Myxinoiden, ebenda. 1839. S. 190. — Nuhn, Ueb. d. Verbindung der Saugadern t. d. Venen, in Müller's Archiv 1848. S. 173.— Panizza, Osservazioni antropozootomice-fisiologiche. Pavia 1830. — Derselbe, Sopra il systema linfatic. dei retilli. Ricerche zootomiche. Pavia 1833. — Derselbe, über d. Lymphherzen bei d. Amphibien, in Müller's Archiv 1834. S. 300. — Rosenthal, in Nov. act. academ. Leopold-Carol. Bd. XV. P. 2. pag. 235. — Rudolphi, in dessen Physiologie. Bd. II. Abth. 2. S. 206. — Rusconi, Riflessioni sopra il systema linfatic. dei retilli. Pavia 1845. — Derselbe, Ueb. d. Lymphgefässe d. Amphibien, in Müller's Arch. 1843. S. 241 u. 244. — Stannius, Ueb. d. Lymphherzen d. Vögel, in Müller's Archiv. 1843. S. 449. — Derselbe, in dessen Anatomie der Wirbelthiere. 2. Aufl. 1854—56. — Teichmann, Das Saugadersystem. Leipz. 1861. — Valentin, Ueb. d. Structur der Lymphherzen und Lymphgefässe, in Müller's Archiv. 1839. S. 176 und in dessen Repertorium. Bd. I. Taf. 2. — E. Weber, Ueb. d. Lymphherz v. Python tigris, in Müller's Archiv. 1835. S. 535.

Die Lymphgefässe oder Saugadern sind ein Eigenthum der Wirbelthiere, indem sie den wirbellosen Thieren abgehen.

Aber auch unter den Wirbelthieren können sie mangeln, wenn, wie Amphioxus ein Beispiel liefert, die Organisationsverhältnisse des Körpers so einfach sind, dass sie mehr an diese der Wirbellosen, als der Wirbelthiere sich anschliessen.

Die Lymphgefässe sind bis jetzt fast in allen Organen, in denen ein durch Blutcapillaren vermittelter Stoffwechsel statt hat, vorgefunden worden, und nehmen aus Netzen feiner Kanäle ihren Anfang, welche meistens jedoch mehr lacunär sind, höchstens ein feines Epithel als Begrenzung besitzen. Erst die grösseren Canäle, welche aus diesen oft sehr engmaschigen Netzen abgehen, zeigen selbstständige Wandungen.

Der Verlauf der grösseren Gefässstämmchen folgt mehr oder

weniger den Blutgefässen, den Arterien sowohl, als auch den Venen. Bei niedern Wirbelthieren, Fischen und Amphibien, stellen selbst die grössern Lymphbahnen noch lacunäre Räume dar, die dadurch entstehen, dass die Elemente des Bindegewebes, welches als Scheide die grösseren Blutgefässe umgibt, auseinander weichen und von der Gefässwand sich mehr abheben. Daher die Lymphbahnen oft scheidenartig die Blutbahnen umschliessen. Aber auch an andern Orten, wie unter der äussern Haut, entstehen durch Auseinanderweichen der Bindengewebselemente grosse, oft sackartige, Lymphe führende, Lacunen, wie man dies namentlich bei den Batrachiern, besonders beim Frosch, findet. Nicht selten sind daher auch diese Lymphbahnen und Lymphräume oder Sinuse von verschiedenen starken und verschieden zahlreichen Bindegewebsbälkchen durchzogen.

Wo die Lymphbahnen ihren lacunären Charakter ablegen und selbstständige Wandungen erhalten, stimmen diese dann in ihrem Baue fast ganz mit dem der Blutgefässwandungen, besonders der Venen, überein, und besitzen auch zur Verhinderung einer rückgängigen Strömung der Lymphe, wie die Venen, Klappen.

Das Lymphgefässsystem der Wirbelthiere besitzt, wie das des Menschen, die sog. Lymphdrüsen (*Glandulae lymphaticae*), welche in verschiedener Zahl in die Lymphbahnen eingeschoben sind, und die wesentlichsten Bildungsstätten der Formelemente der Lymphe, der sog. Lymph- und Chyluskörperchen — sind. Auffallender Weise vermindern sich aber diese Lymphdrüsen um so mehr, je mehr man in der Reihe der Wirbelthiere herabsteigt, bis sie endlich bei den Fischen ganz zu fehlen scheinen.

Eine Verminderung dieser Gebilde in dem Maasse, als die Lebhaftigkeit des Stoffwechsels abnimmt, lässt sich schon begreifen. Dass sie aber bei den Fischen ganz zu fehlen scheinen, obschon deren Lymphe der Lymphkörperchen nicht entbehren kann, ist unverständlich. Man muss allerdings bei dieser Frage nicht ausser Acht lassen, dass auch die Milz noch eine sehr wesentliche Bildungsstätte für die, der Lymphe eigenthümlichen Formelemente abgibt, so dass möglicher Weise bei geringerem Bedarf sie allein denselben zu decken im Stande ist. Indess entbehren doch die Fische der Lymphdrüsen nicht in dem Maasse, als es auf den ersten Blick den Schein hat; sie haben vielmehr auch solche, nur unter einer Form, in der sie bisher sich dem Auge entzogen hatten. Leydig*) hat das Verdienst, sie zuerst an den Gefässen des Mesenteriums der Knochenfische dargethan zu haben.

*) Leydig, Lehrbuch der Histologie. Frankfurt 1857. S. 423; Müller's Archiv. 1854. S. 323.

Die, die Blutgefässe scheideartig umgebenden Lymphbahnen besitzen ein Balkengerüst, dessen Maschen von Lymphzellen, die hier gebildet werden, erfüllt sind. Wo die Zellenproduction massiger zu erfolgen hat, nehmen auch diese Bildungen an Umfang zu, und wird so der Uebergang zu jenen Anschwellungen gegeben, welche wir gewöhnlich Lymphdrüsen bezeichnen.

Bei vielen Wirbelthieren, besonders bei Amphibien, aber auch bei manchen Vögeln und Fischen finden sich an den Lymphbahnen Erweiterungen, welche, mit Musculatur umlegt, herzartige Propulsionsorgane — Lymphherzen — darstellen, aus denen jeweils eine Vene hervorzugehen pflegt.

Was nun das Lymphgefässsystem der Säugethiere anbelangt, so ist dessen Anordnung und Ausbildung im Ganzen wie beim Menschen. Nur findet sich im Mesenterium vieler Carnivoren, der Robben, der Delphine, des Narwal, der Nager, des Maulwurfs u. a., anstatt kleiner Mesenteriedrüsen, eine grosse gemeinsame Drüse — *Pancreas Asselli* —, aus welcher entweder mehrere Vasa efferentia (Hund, Delphin) oder nur ein grosses Vas efferens (*Ductus Rosenthalii*), wie bei den Robben, hervorgeht. Auch zeigen die Saugadern der Eihüllen mancher Säugethiere, z. B. des Pferdes, das Besondere, dass sie, wie vorzugsweise bei niedern Wirbelthieren, die Blutgefässe scheidenartig umschliessen.

Die Saugadern der Vögel haben weniger Drüsen, nur am untern Theile des Halses und am Eingange des Thorax. Im Mesenterium scheinen sie ganz zu fehlen. Beim Strauss, bei Sumpf- und Wasservögeln u. a. befindet sich an den, die Saugadern der Schwanzgegend sammelnden Saugaderstämmen eine contractile Erweiterung, also eine Art Lymphherz, welche an der Grenze des Beckens und der Schwanzwirbel, zur Seite oder unterhalb des Musc. coccygeus superior liegt und eine Vene entsendet, die mit den Nierenvenen zusammenmündet (Stannius).

Der Ductus thoracicus hat von der Anordnung bei Säugethieren hier das Unterscheidende, dass er nach vorn gabelig in 2 Schenkel sich spaltet, mit denen er beiderseits in die Venae brachio-cephalicae einmündet.

Bei den Amphibien treten die Lymphdrüsen noch mehr zurück, indem nur beim Krokodil eine Mesenterialdrüse sich vorfindet, sonst aber sie allgemein zu fehlen scheinen. Der Ductus thoracicus verhält sich meistens wie bei Vögeln, nach vorn in 2, oft plexusartige, Schenkel sich theilend, die nach Aufnahme der Saugadern der vordern Körperhälfte in die beiden sog. oberen Hohladern sich ergiessen. Ziemlich allgemein finden sich bei den Amphibien, den beschuppten, wie bei den nackten, sog. Lymphherzen vor. Sie liegen in dem hintersten Körperbezirk, in der Regio ischiadica, meistens subcutan, hinter den Darmbeinen, und stehen mit

den nächsten Venen (*Vena ischiadica*, *Venae renal. advehentes*) in Verbindung. Im Innern besitzen sie Klappen, welche den Rücktritt der Lymphe und Eintritt des Blutes aus den Venen verhindern. Sie sind Propulsionsorgane, durch welche die Lymphe in das Blut eingetrieben wird. Solche Lymphherzen besitzen die Eidexen, Schildkröten (Fig. 207), Krokodile, Schlangen, Salamander und Frösche (Fig. 208). Bei den Schlangen, welche Spuren von Gliedmassen besitzen, liegen sie in einer Höhlung beiderseits des Kreuzbeins und der beiden davor liegenden Wirbel. Während im allgemeinen die Amphibien nur diese Lymphherzen besitzen, haben die Frösche auch noch zwei im vordern Körperbezirke, jederseits auf den Querfortsätzen des dritten Wirbels, unter dem hintern Theile des Schulterblattes, und stehen mit Venen in Verbindung, welche zu den Venae jugulares führen (Fig. 209).

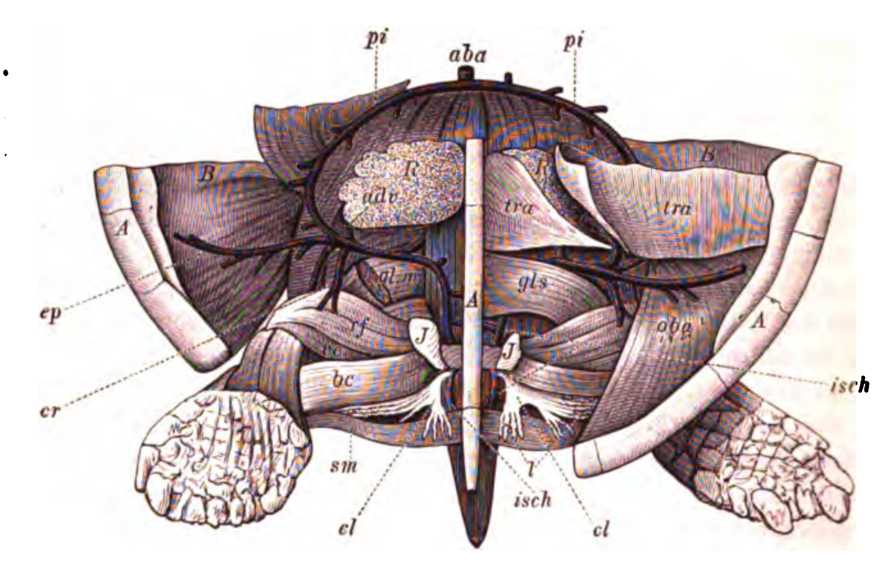



**Fig. 207.** Lymphherzen der Schildkröte (nach Joh. Müller). *A* Reste des Rückenschildes. *B* Bauchschild. R Nieren. *J* Darmbeine. *tra* M. transversus abdominis. *oba* M. obliquus abdominis. *gls* M. glat. superior. *gl.m* M. glat. medius. *bc* M. biceps femoris. *rf* Rectus femoris. *ve* Vastus externus. *sm* M. ternimembranus. *aba* Vena abdominalis anterior. *pi* Ven. pupo-iliaca. *adv* Vena renalis advehens. *ep* Vena epigastrica. *isch* Ven. ischiadica. *cl* Lymphherz (*Cor lymphaticum*). *l* Lymphgefässe, welche in das Lymphherz sich einsenken.

Unter den Fischen scheint Amphioxus der Saugadern zu entbehren, während dagegen bei allen übrigen Fischen sie nachgewiesen sind, wo sie, wie bei Amphibien, sehr weit, oft zu sackartigen Erweiterungen und Behältern ausgedehnt sind. Die Blutgefässe begleitend, umstricken sie dieselben oder schliessen sie selbst scheidenartig ein. Die Lymphdrüsen im gewöhnlichen Sinne des Wortes fehlen zwar hier, dafür finden sich aber, wie oben schon bemerkt wurde, die von Leydig entdeckten eigenthümlichen Lymphdrüsenbildungen bei ihnen vor.

Die Lymphbahnen vereinigen sich entweder in zwei paarigen oder in einem unpaaren sinusartigen Hauptstamme unter der Wirbelsäule.

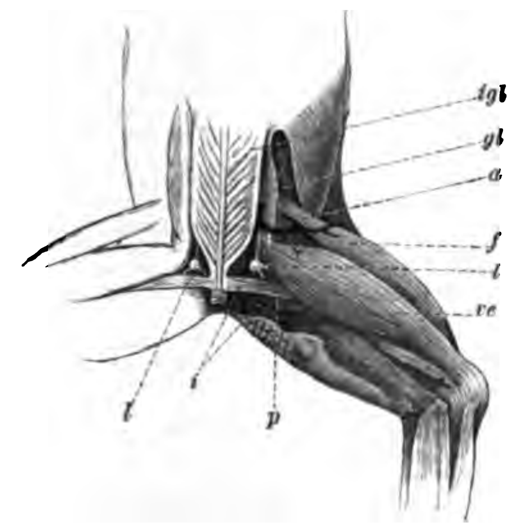



Fig. 208. Hintere Lymphherzen vom Frosch (aus den Icones physiologicae von Ecker). *igl* Musc. ileo-glutaeus. *gl* Musc. glutaeus. *ve* Musc. vastus externus. *l* Das hintere Lymphherz. *f* Vena femoris. *i* Vena ischiadica. *a* Anastomose zwischen beiden.

Fig. 209. Vordere Lymphherzen beim Frosch (ebenfalls aus den Icones physiologicae). *tr* Processus transversus des 3. Wirbels. *s* Serratus zwischen Schulterblatt und Proc. transversus. *it* M. intertransversarius zwischen 3. und 4. Querfortsatz. *l* Vorderes Lymphherz.

In letzterem Falle findet nach vorn eine Theilung in zwei Schenkel statt. An der Verbindung mit den Venen finden sich, Lymphherzen ähnliche contractile Behälter — Lymphsinuse, die, und zwar am Kopfe — Kopfsinuse — mit den betreffenden vordern Cardinalvenen, und am Schwanze — Caudalsinuse —, wo sie zwei Seitengefässestämme aufnehmen und durch eine Queranastomose unter einander zusammenhängen, mit der Caudalvene in Verbindung stehen. Bei Muraena und Muraenophis liegt zu beiden Seiten des letzten Schwanzwirbels ein rhythmisch sich zusammenziehendes Lymphherz (*Cor lymphat. caudale*), welches die Saugadern der Schwanzflosse aufnimmt und seinen Inhalt in die darunter liegende Wurzel der Caudalvene austreibt. Es ist dieses von Marshall Hall zuerst beschrieben worden, aber schon Löwenhoeck, wie es scheint, bekannt gewesen, und bisher für ein venöses Hülfsherz gehalten worden (siehe oben Seite 175).

---

## B. Von dem Gefässapparat der wirbellosen Thiere.

Audouin et Milne Edwards, Recherches anatomiques et physiol. sur la circulation dans les Crustacées, in Ann. de sc. nat. 2de Sér. pag. 352. — Untersuchungen

üb. d. Circulation in den Crustaceen, in Froriep's Notizen Nr. 410 u. 412. Bd. 19. 1828. Blanchard, De l'appareil circulatoire etc. dans les Arachnides, in Annal. de sc. nat. 3. Ser. T. 12. p. 317. — Bojanus, Ueber die Athem- und Kreislaufsorgane der zweischaligen Muscheln. Isis 1819. — Vict. Carus, Icones Zootom. Lipsiae 1857. — Descriptive and illustrated Catalogue etc. Vol. II. Plat. XV—XVIII. — Milne Edwards, Sur la circulation chez les Mollusques, in Ann. de sc. n. 3. Ser. T. 3. pag. 289. — Derselbe, De l'appareil circulatoire du Poulpe, ebend. 3. S. T. 3. pag. 341. pl. 13—16. — Derselbe (u. Valenciennes), Sur la constitution de l'appareil circulatoire chez les Mollusques. Ebenda. 3. Ser. T. 3. pag. 307. — Derselbe, Sur la degradation des organes de la circulation chez les Patella et les Haliotides, ebenda. 3. Ser. T. 8. pag. 37. pl. 1—4. — Erdl, Dissert. de helicis algirae vasis sanguiferis. Monachii 1840. — R. Greef, üb. d. Bau d. Echinodermen, in d. Sitzungsberichten der Gesellschaft zur Beförderung der gesammten Naturwissenschaften zu Marburg. 1872. — Lacaze-Duthiers, Histoire de l'organisation etc. du Dentale, in Annal. de sc. nat. 4. Ser. T. 7. pag. 5. pl. 2—4. — Langer, Das Gefässsystem d. Teichmuschel, in d. Denkschriften d. kais. Academie d. Wissensch. zu Wien. Jahrg. 1855 u. 1856. — Leydig, Ueb. Paludina vivipara, in Zeitschr. f. w. Zool. B. 2. S. 169. — J. Müller, anatom. Studien üb. d. Echinodermen. In dessen Archiv. 1850. S. 117 u. 225. — Newport, On the nervous and circulatory Systems of Myriapodae and macrourous Arachnida, in Philosoph. transact. 1843. pag. 272. Plat. 15. — Owen, On the Anatomy of the Brachiopoda, in Transact. of zool. Soc. Vol. I. — Derselbe, De l'appareil de la circulation chez les Mollusques de la classe des Brachiopodes, in Ann. de sc. nat. 3. S. T. 3. pag. 315. — Quatrefages, Sur les Hermelliens, appareil circulatoire, in Ann. de sc. nat. 3. Ser. T. 10. pag. 40. pl. 2. — Rengarten, De Anodontae vasorum systemate, Dorpat. 1853. — C. Semper, Reisebericht, in Zeitschr. f. w. Zool. B. 14. S. 417. Strauss-Dürckheim, Considérations sur l'anatomie comparée des animaux articulés. Paris 1828. pag. 345. — Tiedemann, Anatomie der Röhrenholothurie etc. Landshut 1816. — Valentin, l'Anatomie du genre Echinus, in Agassiz, monographies d'Echinodermes. 4me Livraison. Neuchatel 1842. — Vogt, Anatomie der Lingula anatina, in den Denkschr. d. schweizer. Gesellschaft f. d. ges. Naturwissenschaft. Bd. III.

Für die Circulation der Nährsäfte finden sich bei den Wirbellosen Einrichtungen vor, welche zum Theil sehr abweichend von denen der Wirbelthiere sind. Auch selbst die Nährsäfte verhalten sich anders; anstatt des Blutes, Chylus und der Lymphe findet sich in der Regel nur eine Nährflüssigkeit vor, welche man zwar als Blut bezeichnet, die aber vom Wirbelthierblute nicht unwesentlich abweicht.

Was nun zunächst die Gefässbahnen anbelangt, so bestehen ihre Verschiedenheiten, gegenüber denen der Wirbelthiere, hauptsächlich darin, dass

1) sie bei den meisten Wirbellosen entweder ganz oder doch theilweise ohne eigne Wandungen sind und nur gefässartige Lücken zwischen den Körpertheilen, sog. lacunäre Bahnen, darstellen, die bei manchen selbst auch noch wegfallen, und dann die Nährflüssigkeit, das Blut, in der Leibeshöhle durch Contraction der Musculatur der Leibeswand hin- und herbewegt wird;

2) dass die Blutbahnen nur selten in eigentliche Capillaren übergehen; aber wo solche wirklich vorkommen, sodann dieselben viel einfacher sind und nicht jene engmaschigen Netze bilden, als bei den Wirbelthieren;

3) dass, da überhaupt nur eine Nährflüssigkeit vorhanden ist, gesonderte Lymph- und Chylusgefässe ganz allgemein fehlen, und endlich

4) dass manchen Wirbellosen besondere Propulsionsorgane abgehen

und die Nährflüssigkeit nur durch Zusammenziehung des Körpermuskelschlauches im Körper hin und her getrieben wird. Aber auch da, wo Herzen vorhanden sind, wie dies bei den meisten Wirbellosen der Fall ist, — haben sie doch nur selten in Form und Bau mit dem Wirbelthierherzen Aehnlichkeit, sondern stellen meistens contractile Abschnitte der Gefässe dar, die bald auf eine kleine Stelle, bald auch über grössere Strecken der Gefässe sich ausdehnen können, — Einrichtungen, für welche unter den Wirbelthieren nur ein Analogon bei Amphioxus lanceolatus aufweisbar ist.

Das Blut der wirbellosen Thiere ist meistens farblos, nur selten gefärbt und dann nicht immer roth, sondern von verschiedener anderer Färbung. Vom Farblosen finden sich Uebergänge zur weisslichen, gelben, rothen, blauen, violetten, grünen u. a. Farbe. Röthlich oder roth ist das Blut bei den Nemertinen, vielen Hirudineen, den grossen Lumbricinen, einigen Gasteropoden (Planorbis); gelblich bei den Naididen, bei Clepsine bioculata und manchen Mollusken, grünlich bei mehreren Sabellen, Serpulen, einigen Schmetterlingen und einzelnen Mollusken; braun bei Clepsine camplanata; violet bei Clepsine paludosa; bläulich opalisirend oder in's Grüne oder Violette spielend bei den meisten Gasteropoden und Cephalopoden.

Es enthält zwar analoge Formelemente, wie das Wirbelthierblut, aber in geringerer Menge, und sind dieselben, wenn das Blut gefärbt ist, nur selten die Träger des Blutfarbstoffes, welcher vielmehr an den Liquor sanguinis gebunden zu sein pflegt. Nur bei manchen Würmern erweisen sich ausnahmsweise die Blutkörperchen als die eigentlichen Träger des Blutfarbstoffes.

## 1. Gefässapparat der Wirbellosen im Besonderen.

### a. Gefässapparat der Arthropoden.

Mit Ausnahme der Scorpioniden (Fig. 205), welche nach Newport ein geschlossenes Gefässsystem haben sollen, geht allen übrigen ein solches ab, indem der grössere Theil der Bahnen, auf denen das Blut durch den Körper bewegt wird, wenigstens die venöse Hälfte, bei den meisten aber auch ein Theil der arteriösen Seite lacunär ist.

Sie besitzen nur ein (contractiles) Rückengefäss, das in der Mittellinie des Abdomen liegt, und von welchem, besonders nach vorn, eine kürzere oder längere Arterie ausgeht.

Manche niedrigstehende Arthropoden, wie unter den Crustaceen viele Parasiten u. a., unter den Arachniden die Tardigraden und Acarinen, entbehren indess, wie es scheint, jeder Andeutung eines Gefässsystems und wird hier die Ernährungsflüssigkeit in der Leibeshöhle durch die Wirkung der Körpermuskulatur nur in einer hin- und herschwankenden Bewegung gehalten.

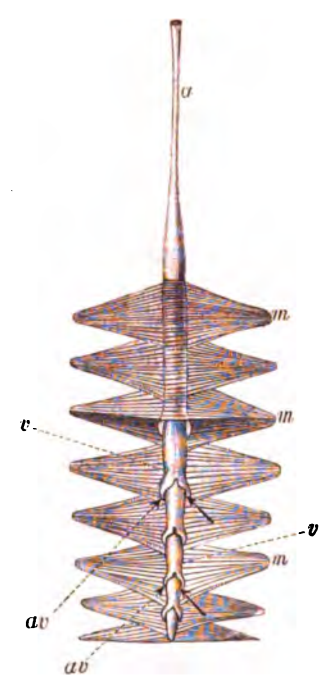



Fig. 210. Herz vom Maikäfer (nach Strauss - Dürckheim). *a* Vorderer, nicht contractiler Theil, die Aorta genannt. *m* Flügelmuskeln. *v* Die Herzkammern, *av* Ostia atrio-ventricularia.

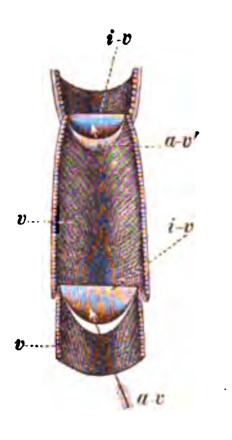



Fig. 210 a. Ein Theil des Herzens vom Maikäfer im Längsdurchschnitt (ebendaher entnommen). *v* Herzkammer. *av* Ostium atrio-ventriculare. *av'* Valvula atrio-ventricularis. *iv* Valvulae inter-ventriculares.

Das Rückengefäss, das durch seine Contractilität das Propulsionsorgan — das Herz — darstellt, ist durch Einschnürungen in eine Anzahl Kammern — Herzkammern — geschieden, deren Zahl verschieden ist, und sich im Allgemeinen nach der Länge und Gliederung des Körpers richtet, daher bei Insecten (Fig. 210) 7—9 beträgt, bei den Myriapoden dagegen die Zahl sehr viel grösser ist. Zwischen den einzelnen Kammern befinden sich beiderseits Spaltöffnungen (Ostia atrio-ventricularia) als Zugänge für das vom Körper zurückkommende Blut, das sich in einem, das Rückgefäss umgebenden Vorraume, gleichsam einem Vorhofe ansammelt, welcher zunächst von dreieckigen Muskeln, den sog. Flügelmuskeln (*m*), die den Herzschlauch an die Rückenwand befestigen, umspannt wird. Die Spaltöffnungen besitzen Klap-

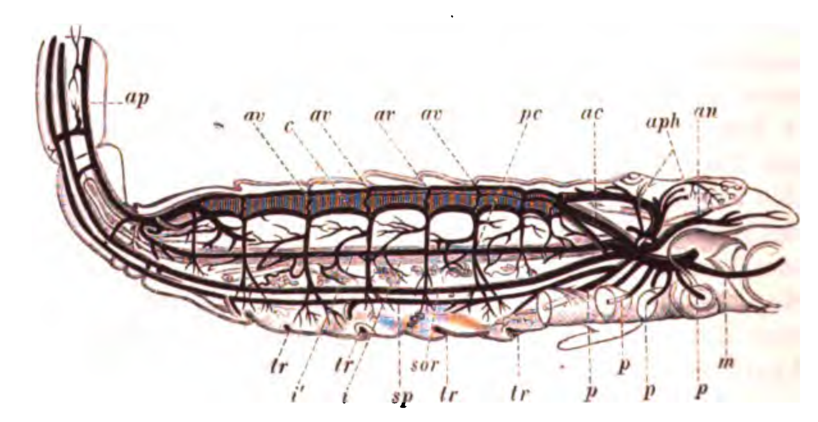



Fig. 211. Gefässsystem von Buthus afer (nach Newport). *c* Herzschlauch. *av* Ostia atrio-ventricularia zwischen den Herzkammern. *ap* Aorta posterior. *ac* Aorta cephalica. *aph* Art. ophthalmica. *m* Arterie zu den Maxillen. *p* Arterien zu den Füssen. *sp* Arteria subspinalis. *sor* Art. supraspinalis, über dem Bauchmark liegend. *i* Darm. *i'* Darm- oder Magenarterien. *pc* Seitliche Aeste des Herzens.

penbildungen (*Valvulae atrio-ventriculares*), welche den Rücktritt des von aussen eingeführten Blutes verhindern. Eben so sind auch die Kammern durch Klappenpaare — Valvulae interventriculares — von

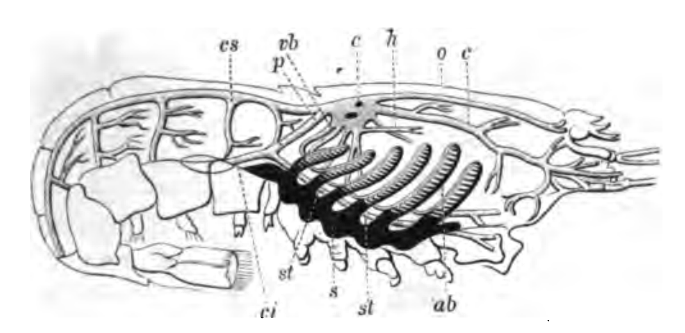



*Fig. 212.* Blutgefässe von Astacus. *c* Herz. o Aorta ophthalmica. *c* Aorta cephalica. *h* Art. hepatica. *p* Aorta posterior s. abdominalis. *cs* Art. caudalis superior. *st* Art. sternalis. *ci* Art. caudalis inferior. *s* Venöser Sinus, aus dem die Arteriae branchiales (*ab*) an die Kiemen gehen. *vb* Venae branchiales, das Blut zum Herzen zurückführend.

einander geschieden, die zugleich die Rückwärtsbewegung des Blutes in den Herzschlauch aus einer vorderen Kammer in die zunächst dahinter liegende verhindern, so dass die Blutströmung nur vorwärts erfolgen kann.

Während das Herz der bei weitem meisten Arthropoden die geschilderte Schlauchform hat, nimmt es bei den Decapoden unter den Crustaceen eine mehr kurze gedrungene, platte, poligonale Gestalt an (Fig. 144 u. Fig. 212), ist auch von einem zartwandigen venösen Sinus — Pericardial-Sinus — (Fig. 212 a) umgeben, welcher als Vorhof fungirt und die, jedoch lacunäre Kiemenvenenbahn in sich aufnimmt. Es besitzt nur eine Kammerhöhle, aber mehrere Spaltöffnungen — Ostia atrio-ventricularia —, durch welche das zugeführte (arterielle) Blut während der Diastole eintritt. Klappen im Innern verhindern bei der Sistole den Rücktritt, so dass es in die daraus entspringenden Arterien gelangen muss. Flügelartige Muskeln, wie sie das schlauchförmige Herz zu besitzen pflegt, um eine Dilatation desselben bewirken zu können, kommen hier, wie es scheint, allgemein nicht vor.

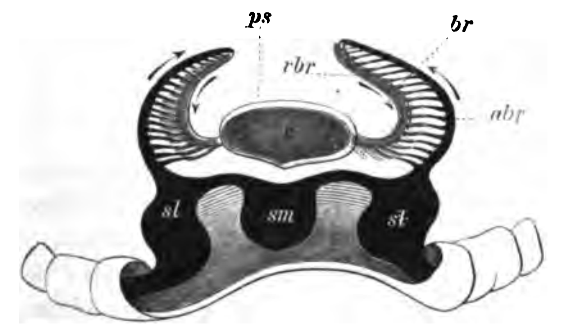



*Fig. 212a.* Querschnitt eines Decapoden mit Darstellung der venösen Sinuse, des Herzens und der Kiemengefässe. *c* Cor. *ps* Pericardialsinus, in dem sich das von den Kiemen kommende Blut sammelt. *sm* Mittlerer venöser Sinus. *sl* Seitlicher venöser Sinus, in welchen sich das venöse Körperblut ansammelt, um von da zu den Kiemen (*br*) zu gelangen. *abr* Kiemenarterien. *vbr* Venae branchiales.

Bei den Insecten (Fig. 213) ist der Kreislauf am meisten lacunär, indem aus

dem nach hinten blind geschlossenen Herzschlauch, vorn nur eine kurze Arterie hervorkömmt, welche rasch in wandungslose Bahnen überführt.

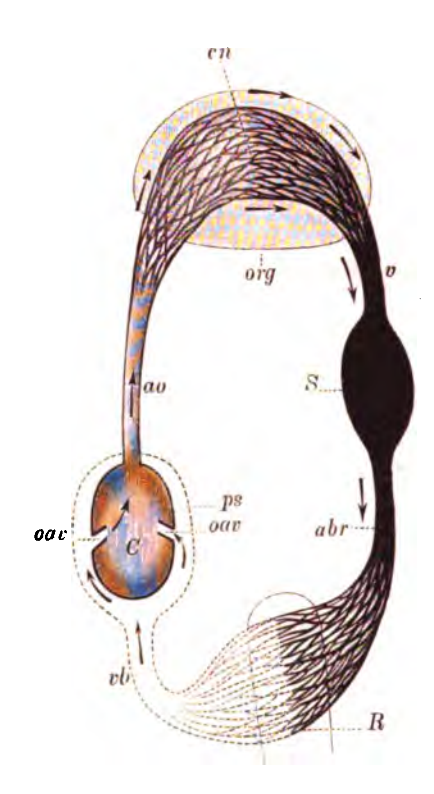



**Fig. 212 b.** Schema des Blutkreislaufes bei den Crustaceen, besonders bei den Decapoden. *c* Cor. *oav* Ostia atrio-ventricularia. *ps* Pericardialsinus (*Atrium*) zur Aufnahme des von den Kiemen kommenden geathmeten Blutes (*vb*). *ao* Aorte. *org* Körperorgane, an welche das arterielle Blut geführt wird. *v* Lacunäre venöse Bahn, auf welche das Blut von den Körperorganen nach den venösen Körpersinusen (*S*) und von hier zu den Kiemen (*R*) gelangt. *abr* Art. branchialis. *vb* Vena branchialis.

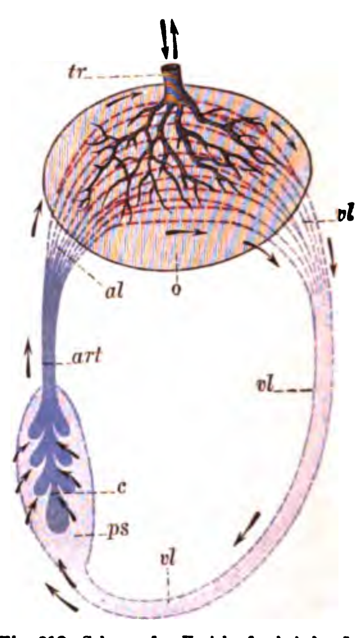



**Fig. 213.** Schema des Kreislaufes bei den Insecten. *vl* Lacunäre Körpervenen, welche das venöse Körperblut von den Organen zum Herzen zurückführen. *ps* Pericardialsinus, in welchem dieses Blut sich sammelt. *c* Das schlauchförmige mehrkammerige Herz, oder sog. Rückengefäss, welches durch seine spaltförmigen Oeffnungen (*Ost. atrio-ventricularia*) das Blut aus dem Pericardialsinus aufnimmt und in die vorn abgehende Arterie (*Aorta*) austreibt. *al* Lacunäre Arterien, in welche die vorhergehende bald ausläuft, und die das Blut an die Organe des Körpers führen. Hier wird es, da an sie auch die Tracheen (*tr*) sich verästeln, sowohl mit der Athmungsluft, als auch mit der Organensubstanz in Wechselwirkung gesetzt. Durch Wechselwirkung mit der Luft wird es durch Aufnahme von Sauerstoff arteriell (hellroth), durch Wechselwirkung mit der Organsubstanz, welche ihm den Sauerstoff wieder abnimmt, wird es wieder venös und als solches verlässt es die Organe, um auf lacunären Bahnen zum Herzen zurückzukehren.

Nachdem das Blut mit den Körperorganen und mit der Respirationsluft, welche die Tracheen zu letztern führen, in Wechselwirkung gekommen, kehrt es in 4 beständigen lacunären Strömen, von denen einer unter dem Herzschlauch liegt, ein zweiter über dem Bauchmark läuft, und zwei seitlich den grossen Tracheenstämmen folgen, zu dem das Herz umgebenden Sinus zurück.

Bei den Arachniden ist die Ausbildung der mit selbstständiger Wandung versehenen Blutbahnen sehr ungleich. Die Phalangien haben

nur ein schlauchförmiges Herz, aber keine Arterien, so dass das Blut aus dem Herzen sofort auf lacunäre Bahnen gelangt.

Bei den Araneen dagegen finden sich auf längeren Strecken, als bei den Insecten, selbstständige Arterien vor, die erst nach einem verästelten Verlaufe lacunär werden. Die venösen Bahnen, die gleichfalls lacunär sind, führen das Blut an die Athmungsorgane und dann zu dem, den Herzschlauch umgebenden venösen Sinus zurück.

Bei den Scorpioniden (Fig. 211) endlich haben nicht allein die aus dem Herzen ausführenden arteriellen Bahnen selbstständige Wandungen, sondern auch die Venen, in welche jene nach ihrer Verästelung im Körper direct überführen, sollen nach Newport ebenfalls selbstständige Wandungen besitzen, welche das venöse Blut aus dem Körper sammeln und dann zu dem Athemorgan und von da zu dem Herzen zurückleiten.

Auch bei den Crustaceen ist die Ausbildung der selbstständigen Gefässe sehr ungleich. Während bei den niedern Ordnungen (Isopoden, Amphipoden, Paecilopoden, Laemodipoden) das schlauchförmige Herz nur kurze, gar nicht oder wenig verzweigte Arterien entsendet, die bald in lacunäre Bahnen übergehen, besitzen die höheren Ordnungen, wie die Stomatopoden, besonders aber die Decapoden sehr entwickelte und weit sich verästelnde Arterien (Fig. 212). Das sechseckige Herz entsendet vorn in der Mitte eine Aorta, welche in 3 Aeste sich theilt, in einen mittlern zu den Augen und in zwei seitliche zu den Antennen und zum Cephalothorax. Diesen zur Seite geht jederseits eine Arterie zur Leber ab, und hinten entsendet das Herz einen Stamm, der sich in einen hintern für den Schwanz und untern für die Mundtheile und Füsse spaltet. Die venösen Bahnen (Fig. 212 b) sind jedoch durchaus lacunär, erweitern sich sehr oft sinös, besonders aber sammeln sie sich in einem grossen, über den Basen der Füsse unter den Kiemen liegenden Blutbehälter (Fig. 212 a), aus welchem das Blut zu den Kiemen und dann zu dem, das Herz umgebenden Pericardialsinus gelangt.

Das Herz der Arthropoden unterscheidet sich von dem anderer Wirbellosen und Wirbelthiere darin sehr wesentlich, dass in dasselbe nicht Venen mit selbstständiger Wandung das zurückkommende Blut einführen, sondern statt dessen durch spaltförmige Oeffnungen dasselbe eingelassen wird. Da diese Eigenthümlichkeit durch die lacunäre Beschaffenheit der venösen Blutbahnen bedingt ist, so ist es auch nicht sehr wahrscheinlich, dass, da das Herz der Scorpioniden gleichfalls diese Spaltöffnung für den Eintritt des Blutes hat, die Venen derselben, wie Newport dieses behauptet, bis zum Herz zurück eigene Wandung besitzen. Dass die venösen Bahnen aber auch entfernter vom Herzen, wohl auch, wenigstens stellenweise, lacunär sein mögen, wird durch den Umstand noch sehr wahrscheinlich, dass

bei den Scorpionen, ähnlich wie bei den Decapoden, über der ventralen Wand des Abdomen ein Blutraum sich befindet, in dem das venöse Körperblut sich ansammelt, ehe es an die Athemorgane gelangt.

Das schlauchförmige, mehrkammerige Herz der Insecten, Scorpionen und Spinnen zeigt noch Verschiedenheiten bezüglich der Richtung, in welcher das Blut von ihm ausgetrieben wird. Entweder ist es, wie bei den Insecten, nach hinten geschlossen und sendet nur nach vorn das Blut aus, oder ist hinten offen, wo sodann das Blut auch nach hinten entlassen wird und zwar entweder durch eine nach hinten abgehende Arterie (Scorpionen), oder es hat hier statt dessen eine Oeffnung, durch die es auf eine lacunäre Bahn in den hintern Körperbezirk entlassen wird (Spinnen).

### b. Gefässsystem der Würmer.

Bei den meisten, namentlich niedrigstehenden Abtheilungen dieser grossen Klasse fehlt jede Spur eines Gefässsystems, und erhält das Körperparenchym auf endosmotischem Wege seinen Nährstoff zugeführt. So namentlich bei den parasitisch in dem Leibe anderer Thiere lebenden Eingeweidewürmern; allein auch bei vielen frei lebenden Würmern, besonders Turbellarien, Planarien, Räderthieren, Bryozoen u. a. Die darmlosen Würmer, die als Schmarotzer im Darme anderer Geschöpfe leben, saugen mit ihrer Körperoberfläche den von ihrem Wirthe bereiteten Chylus aus dessen Verdauungshöhle in ihr Körperparenchym ein, während bei den eine Verdauungshöhle besitzenden übrigen die Nährflüssigkeit, welche aus den aufgenommenen Nahrungsmitteln bereitet wurde, endosmotisch vom Darm in den Körper dringt, oder wo der Darm vom Leibesparenchym durch eine Leibeshöhle geschieden ist, zuerst in diese gelangt, und durch Contraction des Körpermuskelschlauches hier hin und her bewegt werdend, das Körperparenchym bespült und durchtränket.

Bei Trematoden und Planarien verästelt sich die Verdauungshöhle gefässartig, wodurch es der Nährflüssigkeit wesentlich leichter wird, mit dem Körperparenchym endosmotisch in Wechselwirkung zu treten, daher erklärlich, wenn man hier keine besondere Blutgefässe vorfindet.

Blanchard*) hat zwar den Bandwürmern, Planarien und Saugwürmern ein selbst sehr entwickeltes Gefässsystem zugeschrieben und auch hübsche Abbildungen darüber geliefert. Allein da man ihm darin sehr viele Unrichtigkeiten nachweisen konnte, hat man auch da, wo man seine Angaben bis jetzt nicht prüfen konnte, kein Vertrauen geschenkt. Daher bis jetzt seine Angaben keine allgemeine Aufnahme fanden. Dass indess die Darstellung Blanchard's nicht so ohne Weiteres von der Hand zu weisen ist wie diess von vielen geschieht, dürfte aus dem Umstand hervorgehen, dass von Kölli-

*) Annal. des sc. nat. III$^{me}$ Sér. Tom. 7. u. 8.

ker*) bei Tristomum ein pulsirendes vom Wassergefässsystem verschiedenes Gefässsystem, von welchem indess nur ein in der Mitte des Leibes beginnender Hauptstamm mit einigen Seitenästen erkannt werden konnte, beobachtet worden. Unzweifelhafte Blutgefässe sind bis jetzt nur bei den Nemertinen und Ringelwürmern dargethan.

Bei den Nemertinen besteht das Blutgefässsystem aus drei einfachen Längskanälen, einem Rückenstamm und zwei seitlichen oder wohl auch mehr ventral liegenden Stämmen, die vorn und hinten mit einander sich vereinigen. Diese Anordnung bezeichnet auch den Grundplan, nach welchem bei den Annulaten das Gefässsystem angelegt ist.




Fig. 214. Blutgefässe von Eunice sanguinea (nach Milne Edwards). *t* Tentakeln. *p* Fussstummeln. *br* Kiemen. *ph* Schlundkopf. *i* Darm. *vd* (oben) Rückengefäss, auf dem Pharynx liegend, sehr weit und contractil. *a* Contractile Anastomose mit dem Bauchgefäss. *vd'* Hinterer Theil des Rückengefässes, welcher doppelt ist und auf dem Darm liegt. *vd* (unten) Seitliche Aeste m. d. Kiemen verbunden (Kiemenvenen [?]). *vv* Bauchgefäss. *vv'* Contractile Seitenäste, zu den Füssen und Kiemen gehend (Kiemenarterien).

Auch hier finden sich allgemein einige Längsstämme vor, von denen einer stets dorsal liegt, die andern ventral oder seitlich, und welche vorn und hinten ineinander übergehen, aber auch sonst durch Queranastomosen mit einander in Verbindung stehen. Der Dorsalstamm ist in der Regel contractil und treibt das Blut nach vorn, während es im Ventralstamm, der indess auch bisweilen pulsirt, nach rückwärts strömt. Auch von den Quergefässen sind manche contractil und gleich dem Rückengefäss als Propulsionsorgane wirksam (Fig. 214). Bei den Blutegeln finden sich 4 Längsstämme, die vorn und hinten und durch Quergefässe mit einander verbunden sind; einer derselben liegt dorsal, einer ventral und zwei seitlich. Letztere, die besonders contractil sind, pflegen als arterielle Bahnen, die beiden ersteren dagegen, die indess auch pulsiren, als venöse betrachtet zu werden. Allein da das Blut durch die Einwirkung des Körpermuskelschlauches häufig auch in entgegengesetzter Richtung

*) 2 Berichte von der zootom. Anstalt in Würzburg. 1849.

getrieben wird, ist es kaum möglich anzugeben, welche Strömung arteriell und welche venös sei, zumal bei vielen Würmern besondere Athmungsorgane fehlen, die, arterielles Blut liefernd, sonst einigen Anhaltspunkt in dieser Beziehung bieten können. Aber auch selbst dann ist es oft schwer zu bestimmen, welche Bahnen arteriell und welche venös seien. Bei den Rücken- und Kopfkiemern stehen die zu- und wegführenden Kiemengefässe mit dem Rückengefäss und mit dem Bauchstamm in Verbindung (Fig. 215). Betrachtet man nun die mit dem Rückengefässe in Verbindung stehenden Kiemengefässe als Kiemenarterien, dann ist jene eine venöse Bahn, in welcher das vom Körper zurückkommende Blut sich sammelt, und durch seinen contractilen Abschnitt, der als Kiemenherz aufzufassen wäre, nach den Kiemen getrieben wird. Das Bauchgefäss wäre dann Körperarterie, welche das geathmete Blut von den Kiemen durch Kiemenvenen aufnimmt und es in den Körper vertheilt. Betrachtet man aber das Rückengefäss als Arterie, dann müssen die Kiemengefässe, mit denen es zusammenhängt, Kiemenvenen sein und sein contractiler Theil Körperherz, durch welches das Blut in den Körper ausgetrieben wird. Das Bauchgefäss wäre Körpervene, in die das Körperblut sich wieder sammelt, um durch die daraus abgehende Kiemenarterie in die Kiemen geführt zu werden.

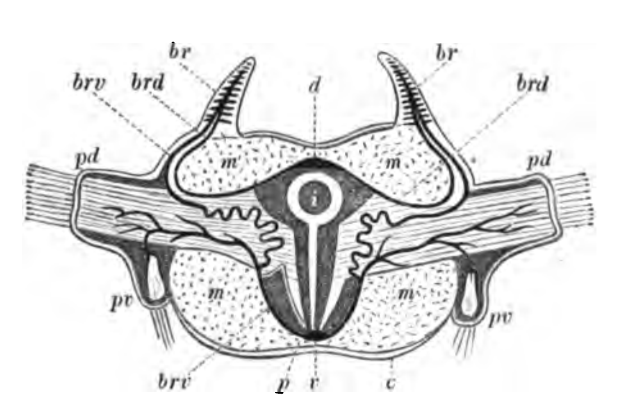



Fig. 215. Querschnitt des vordern Theils des Körpers von Hermella (nach Quatrefages). *br* Kiemen mit den zu- und abführenden Gefässen. *brd* Kiemengefäss mit dem Rückengefässstamm (*d*) in Verbindung stehend. *brv* Kiemengefäss mit dem Bauchgefässstamm (*v*) verbunden. *i* Nahrungsschlauch. *m* Muskelmassen. *pd* Obere Fusshöcker. *pv* Untere Fusshöcker. *c* Aeussere Haut.

### c. Gefässsystem der Mollusken.

Die Einrichtungen für die Circulation des Blutes befinden sich bei dieser Thierklasse auf den verschiedensten Stufen der Entwicklung. Während bei den niederen Formen das Blut nur in der Leibeshöhle unregelmässig hin- und hergetrieben wird, besitzen die höheren so entwickelte Gefässbahnen, dass sie selbst manche Aehnlichkeit mit dem Circulationsapparat der Wirbelthiere erhalten.

Gemeinsam ist aber allen der Besitz eines Propulsionsorganes, eines Herzens, das auch dann nicht fehlt, wenn von sonstigen Gefässbahnen nichts vorhanden ist.

Bald stellt es einen contractilen Schlauch dar, bald ist es von mehr kurzer gedrungener Gestalt. Ersteres bei den niederen (Tunicaten und Lamellibranchien), Letzteres mehr bei den höheren Ordnungen (Cephalophoren und Cephalopoden). Meistens ist es, mit Ausnahme der Tunicaten, in einen Vorhof- und Kammertheil geschieden. Der erstere nimmt das Blut vom Athemorgan auf, der letztere führt es in den Körper aus. — Es ist also ein Aortenherz. Während die Herzkammer stets einfach ist, kann der Vorhofstheil in so weit Verschiedenheiten zeigen, als er bei den einen auch nur einfach ist, während er bei anderen doppelt, ja vierfach sein kann, was von der Beziehung zum Athemorgan abhängt. Wo dieses wie bei Gasteropoden und den meisten übrigen Cephalophoren unpaar und asymmetrisch ist, findet sich nur ein Vorhof, wo es dagegen paarig und symmetrisch beiderseits liegt, wie bei den Cephalopoden (Fig. 216), Lamellibranchien und einigen Cephalophoren, treten zwei Vorhöfe, die von beiden Seiten rechts und links in die Herzkammer einführen, auf. Daher da, wo die Kiemen doppeltpaarig sind (auf jeder Seite zwei), wie bei den Tetrabranchiaten (Nautilus), sogar vier Vorhöfe, auf jeder Seite zwei, mit der einfachen Herzkammer in Verbindung stehen. Nur bei Arca Noae findet sich die Abweichung, dass die Duplicität der Vorhöfe auch auf die Herzkammer übergeht, so dass zwei Aortenherzen hier sich vorfinden, die indess auf die Vertheilung des Blutes im Körper keinen Einfluss üben, da die von denselben abgehenden Aorten bald zu einer gemeinsamen sich verbinden (Fig. 217). Das Herz liegt allgemein im Abdomen, in der Mittellinie der Rückenfläche, nahe unter den Bedeckungen. Nur bei den auch sonst viel Asymmetrie zeigenden Gasteropoden liegt es stets auf der einen oder anderen Körperseite, aber stets in der Nähe des Athemorganes.

Ziemlich allgemein ist das Herz von einem Pericardium umgeben, und bei den Lamellibranchien und manchen Gasteropoden (Haliotis) wird der Herzventrikel vom Mastdarm durchbohrt (Fig. 218; vgl. auch Fig. 216 *c*).

Das durch die Vorhöfe von den Athmungsorganen zugeführte geathmete Blut wird von der Herzkammer durch eine oder zwei Aorten in die Körperorgane ausgetrieben, um durch Venen von denselben wieder nach den Athemorganen zurückgeführt zu werden.

Bei den Lamellibranchien entsendet der, unter dem Ligament der Schale noch vor dem After liegende, längliche schlauchförmige Herzventrikel nach vorn und hinten eine Aorta. Bei den Cephalopoden (Fig. 210) gehen ebenfalls aus der, jedoch mehr querovalen, Herzkammer zwei Aorten, eine Aorta anterior s. cephalica und eine posterior s. abdominalis hervor, die aber in Folge der schlauchförmigen Umbiegung

des Ventrikel anfüglich beide nach vorn gerichtet sind. Die **Cephalophoren**, besonders die **Gasteropoden** entsenden aus dem Herzventrikel nur **eine Aorta** (Fig. 219), die aber bald in **zwei Aeste** sich theilt, in einen **hinteren** und **vorderen**. Der **hintere** — **Aorta post. s. hepatica** — geht zur Leber, den Geschlechtsdrüsen und zum Darm, während die **vordere** — **Aorta anterior s. cephalica** — das Blut zum Mastdarm,

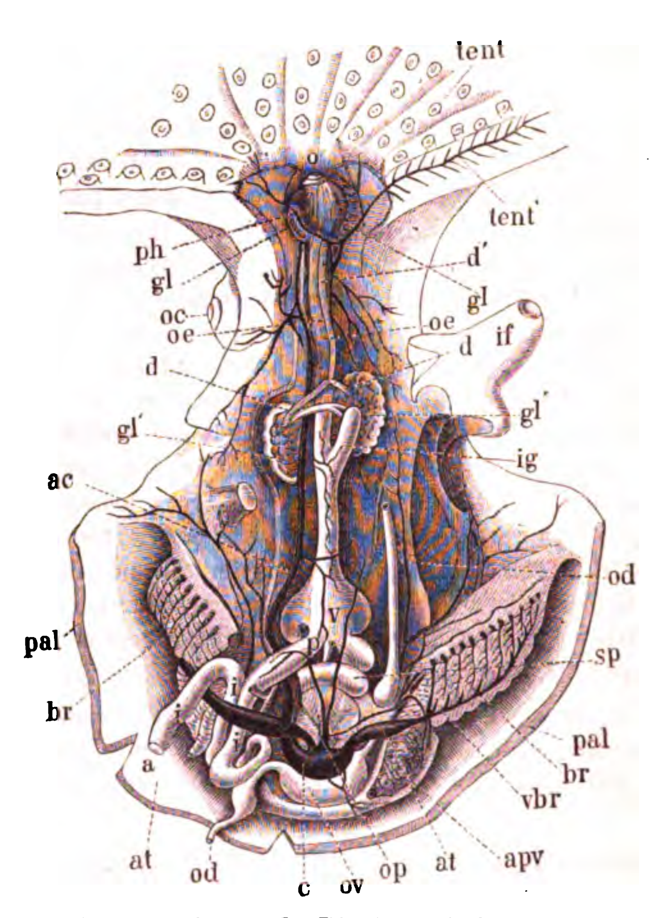



**Fig. 216.** Gefässe von Octopus vulgaris. Das Thier ist von der Bauchseite her geöffnet (nach Milne Edwards). *pal* Der zurückgeschlagene Mantel. *if* Trichter. *o* Mund. *ph* Schlundkopf. *oe* Oesophagus. *ig* Kropf. *gl* Vordere Speicheldrüsen. *gl'* Hintere Speicheldrüsen. *d* Deren Ausführungsgänge, welche zu einem gemeinsamen Gange (*d'*) zusammenfliessen. *v* Magen. *sp* Sog. Spiralmagen. *p* Pylorus. *i* Darm. *ov* Ovarium. *od* Oviducte. *apv* Venenanhänge. *br* Kiemen. *tent* Fangarme, um die Mundöffnung (*o*) stehend. *tent'* Die Arterien derselben. *c* Herzkammer des Aortenherzens. *at* Vorhöfe desselben, die Kiemenvenen (*vbr*) aufnehmend. *op* Hintere Aorte, an die Kiemen, an das Duodenum und an die Analgegend etc. sich verzweigend. *ac* Vordere Aorte (*Aorta anterior s. cephalica*), an den Magen, Oesophagus, an Speicheldrüsen, Pharynx, Mundtheile, Augen und Arme etc. ihre Zweige sendend.

zu den Ausgängen der Geschlechtsorgane, Speicheldrüsen, Magen, Oesophagus und zum Kopf und vorderen Theil des Fusses führt.

Bei manchen Gasteropoden erweitern sich die Arterienbahnen zu ge-

räumigen **arteriellen Bluthbehältern**, wie z. B. die arteriellen Kopfsinuse bei Haliotis (Fig. 220), der arterielle Sinus, in den die Aorta bei

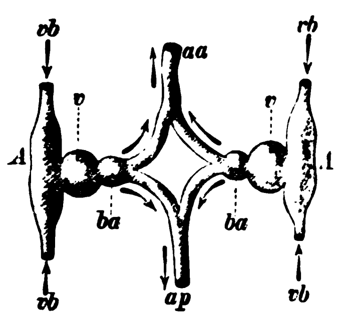



Fig. 217. Doppelte Aortenherzen bei Arca Noae. Halbschematisch. *A* Die beiderseitigen Vorhöfe. *v* Die Herzkammern. *vb* Venae branchiales. *ba* Die jederseits aus dem Herzventrikel austretende Aorta, welche sich dann in einen vordern und hintern Ast theilt, wovon der vordere mit dem entsprechenden der anderen Seite zur Aorta anterior (*aa*) zusammenfliesst, während der hintere in ähnlicher Weise mit dem anderseitigen zur Aorta posterior (*ap*) sich vereinigt.

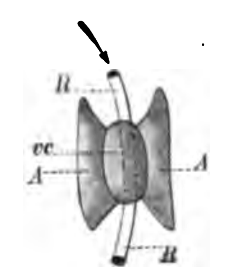



Fig. 218. Herz mit dem, die Herzkammer (*vc*) durchbohrenden Mastdarm (*R*) von Solen ensis.

Patella sich öffnet, beweisen. Die feinere Vertheilung der Arterien (in den Organen) geht theilweise (Cephalophoren, Lamellibranchien), anstatt in Capillaren, in **lacunäre Bahnen** aus, welche die Substanz der Organe durchsetzen und an verschiedenen Stellen zu **grösseren Bluträumen** sich erweitern, — theilweise aber (bei Cephalopoden und vielleicht auch bei den Lamellibranchien, Langer) durch wirkliche Capillargefässe in die Venen über, die aber grösstentheils dann in einen oder mehrere grössere Bluträume, besonders in den von der Leibeshöhle gebildeten **grossen venösen Sinus** einführen. Hier mischt sich das Blut mit dem aus der Verdauungshöhle transsudirten Chylus, um dann zur Athmungsstätte geleitet zu werden. Die **Bivalven** besitzen an der Basis der Kiemen **venöse Bluträume** und ausserdem noch einen **unpaaren** in der Mitte für die Venen des Fusses, welche indess alle mit einander in Verbindung stehen.

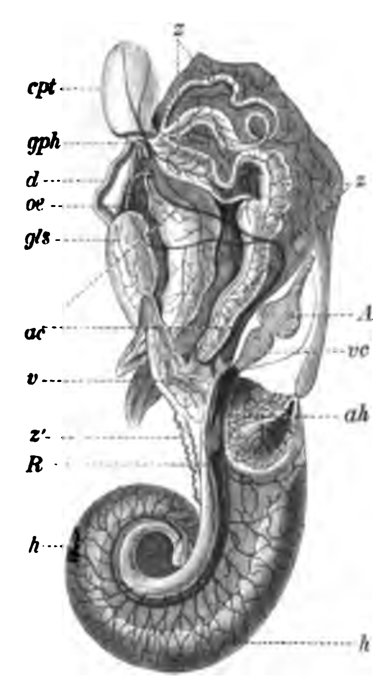



Fig. 219. Gefässsystem von Helix algira (nach Erdl aus G. Carus Erläuterungstafeln zur vergl. Anatomie entnommen). *cpt* Kopf. *oe* Oesophagus. *gls* Speicheldrüsen. *d* Der Ausführungsgang. *v* Magen. *h* Leber. *R* Rectum. *z* Zwitterapparat. *z'* Zwitterdrüsengang. *A* Vorhof des Herzens. *vc* Herzkammer. *ah* Aorta hepatica. *ac* Aorta cephalica.

Das Blut des venösen Kiemensinus passirt, bevor es an die Kiemen gelangt, grösstentheils eine Art von venösem Wundernetz, welches in eine Höhle eingelegt ist, die eine neben der Geschlechtsöffnung oder

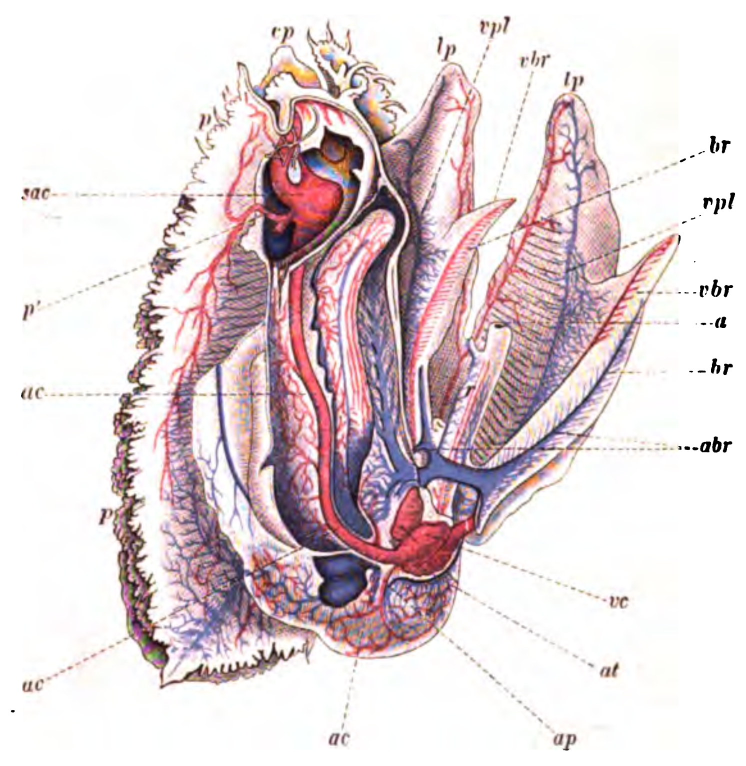



**Fig. 220.** Gefässsystem von Haliotis (nach Milne Edwards). *cp* Kopf. *p* Fuss. *br* Kiemen. *lp* Mantellappen. *vc* Herzkammer. *at* Vorhöfe, die Venae branchiales (*vbr*) aufnehmend. *abr* Arteriae branchiales. *ap* Aorta posterior s. abdominalis. *ac* Aorta anterior s. cephalica. *sac* Sinus arteriosus cephalicus. *p'* Fussarterie.

mit dieser gemeinsam ausmündende Ausfuhröffnung hat und die Niere oder auch das sog. Bojanus'sche Organ darstellt (siehe Harnorgane).

Bei den Cephalophoren führen venöse Canäle oder Gefässe das Blut aus dem venösen Blutbehälter zum Athemorgan, von welchem es meistens auch wieder durch Venen — Kiemen-, Lungenvenen — zum Vorhof des Herzens geleitet wird. Die Abfuhr des Blutes aus dem grossen, von der Leibeshöhle gebildeten, venösen Sinus der Cephalopoden (Fig. 221) nach dem Athemorgan wird durch Venen vermittelt, welche durch ihre Vereinigung die sog. Hohlvene bilden, auch die Venen vom Kopfe und den Armen (*Vena cephalica*) aufnimmt und schliesslich in die Kiemenarterien sich theilt, deren Zahl nach der Zahl der Kiemen sich richtet. Wo nur 2 Kiemen sind, erfolgt eine Theilung in zwei, — wo aber 4 Kiemen sind (Nautilus) eine solche in 4 Kiemenarterien.

Bei den nur 2 Kiemen besitzenden Cephalopoden zeigt jede Kiemenarterie noch eine contractile Erweiterung, welche lebhaft pulsirt und als Kiemenherz unterschieden wird (Fig. 222). Während von Vielen dieser Erweiterung jede Musculatur abgesprochen wird, hat v. Hessling *) dieselbe indess nachgewiesen. Von diesen sog. Kiemenherzen tragen die Kiemenarterien noch Gefäss-Knäueln ähnliche, zottige Anhänge (*r*), welche zur Niere der Cephalopoden in ähnlicher Beziehung stehen und auch dieselbe Bedeutung haben, als wie die Glomeruli renales der Wirbelthierniere.

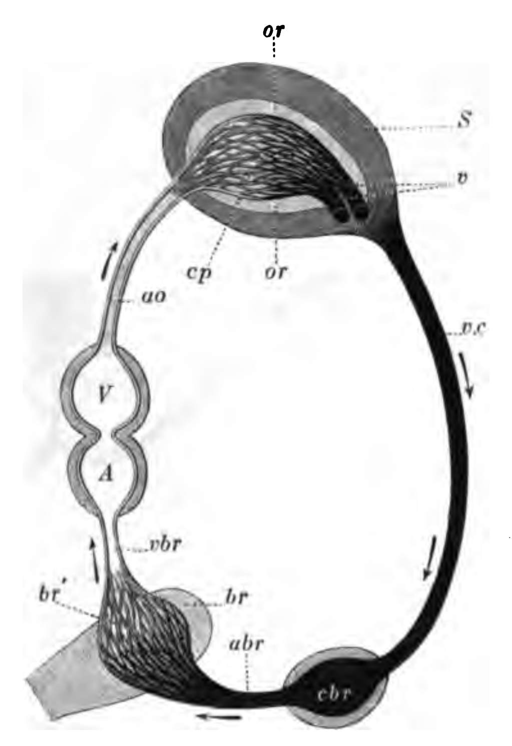



**Fig. 221.** Schema des Gefässsystems der Mollusken, namentlich der Cephalopoden. *br* Kieme. *or* Körperorgane. *br'* Respiratorisches Gefässnetz. *cp* Capillarnetz der Körperorgane. *vbr* Kiemenvene. *A* Vorhof des Körperherzens. *V* Herzkammer desselben. *ao* Aorta, das Blut zu den Körperorganen führend. *v* Venen, dasselbe von da wieder wegführend und in (*S*) den grossen Körpersinus (Leibeshöhle) ergiessend. *v.c* Die Hauptkörpervene, das Blut aus dem Sinus wegleitend und zu den Kiemen (*br*) führend. *cbr* Kiemenherz. *abr* Kiemeuarterie, in das respiratorische Gefässnetz der Kiemen übergehend.

Das geathmete Blut wird durch eben so viel Venen, als Kiemen vorhanden sind, wieder weggeführt und in die Vorhöfe ergossen (s. Fig. 222). Nur bei den Tunicaten fehlen Kiemenvenen und desshalb auch der Vorhof, da das geathmete Blut in die Leibeshöhle zurückgelangt, um von da durch lacunäre Räume in das eine der beiden offenen Enden des Herzschlauches einzutreten, und hienach durch das andere Ende wieder in die Leibeshöhle ausgetrieben zu werden. Arterielles und venöses Ende dieses Herzschlauches ist nicht bestimmbar, da das Blut bald an einem Ende ein- und am andern austritt, bald umgekehrt. Daher das Blut bei diesen Thieren keinen bestimmten Kreislauf macht, sondern mehr unregelmässig in der Leibeshöhle hin- und hergetrieben wird.

Bezüglich des Circulationsapparats der Mollusken ist noch bemerkenswerth, dass namentlich bei den Gehäuse- oder Schalentragenden (Lamellibranchien, Gasteropoden), die Blutbahnen auch mit der Aussenwelt in Ver-

*) Beiträge z. Lehre von d. Harnabsonderung. Jena 1851.

bindung stehen, wodurch diese Thiere befähigt werden, Wasser von aussen aufzunehmen und dem Blute beizumengen, aber auch wieder, wenn es nöthig, nach aussen zu entlassen. Welche Bedeutung diese Einrichtung für diese Thiere hat, muss noch dahin gestellt bleiben. Die nutritiven Eigenschaften des Blutes werden wohl nicht wesentlich durch die Untermengung mit Wasser erhöht, eher vermindert. Mehr darf man an eine excretorische Beziehung denken, an eine Reinigung des Blutes von Rückbildungs- und Zersetzungsproducten, die sich durch den Stoffwechsel ergeben und dadurch aus-

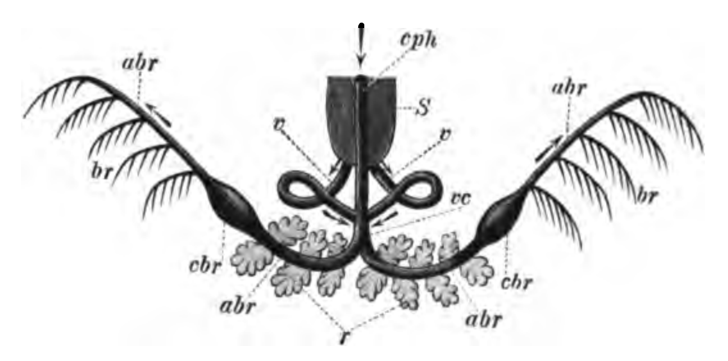



**Fig. 222.** Die Kiemenarterien mit den Kiemenherzen, von Octopus vulgaris, halbschematisch. *S* Ein Theil des grossen Körpersinus. *v* Venen, welche das Blut aus demselben wegführen' und zur sog. Hohlader (*Vena cava*) sich verbinden. *cph* Vena cephalica, welche das Blut vom Kopfe und den Armen zurückführt und mit der vorhergehenden sich verbindet. *abr* Kiemenarterie, als Fortsetzung der sich theilenden Hohlader. *r* Zottenförmige Anhänge. *cbr* Kiemenherz. *br* Verzweigung der Kiemenarterie an der Kieme (nach Delle Chiaje).

geführt werden, dass das eingelassene Wasser auf dem Einfuhrwege mit einem Theil des Blutes nach aussen wieder von Zeit zu Zeit entlassen wird. Durch die Aufnahme von Wasser schwillt indess auch der Körper stärker an und können möglicher Weise durch abwechselnde Zusammenziehung verschiedener Körpertheile und durch Hin- und Hertreiben der durch die Wasseraufnahme vermehrten Blutflüssigkeit verschiedene Bewegungserscheinungen, wie das Hervorstrecken des einen und Zurückziehen des anderen Theiles, bewirkt werden, wie dies etwa durch das Wassergefässsystem der Echinodermen vermittelt wird.

### d. Gefässsystem der Echinodermen.

Sie haben ein sehr ausgebildetes, und wie es scheint, ganz allgemein abgeschlossenes Gefässsystem, wodurch sie ebensowohl, als wie durch die Anordnung der Blutbahnen sich an die Würmer, besonders die Annulaten anschliessen. Namentlich gilt dies von den wurmartigen Formen, den Sipunculiden und Holothurien.

Bei den erstern besteht es aus zwei Längsgefässen, von denen das eine, das man als Arterie deutet, den Darm an seiner dorsalen Seite begleitet, das andere (venöse) am Bauche verläuft. Beide stehen vielfach.

— durch Verästelungen, die seitlich zum Darm gehen, — namentlich aber am vordern Körperende durch einen Gefässring miteinander in Verbindung. Von letzterem gehen auch nach vorn die Gefässe zum Rüssel und von ihrem hintern Ende die Gefässe für die Theile des hintern Körperendes ab.

Bei den Holothurien (Fig. 150) findet sich ebenfalls ein längs der freien Seite des Darms hinziehendes Gefäss — Darm-Arterie oder Aorta genannt, — welches am vordern Ende mit einem, den Schlund umgebenden Gefässringe, der Zweige an den Pharynx, an die Genitalien, Poli'schen Blasen etc. abgibt, — in Verbindung steht.

In der Mitte des Darmes ist diese Darmarterie am stärksten, nach seinen beiden Enden hin wird sie enger. Jener weite Theil der Arterie wird mit dem engern vordern durch eine contractile Queranastomose verbunden, welche man als Herz auffasst. An der mesenterialen Seite des Darmes sammelt sich das Blut, das diese Darmarterie an ihn geführt hat, wieder in Venen — Darmvenen —, welche an die sog. Lunge oder Kieme sich verästeln — daher Kiemenarterien genannt. — Aus dem Netze — respiratorisches Gefässnetz — welches dadurch gebildet wurde, wird das Blut durch Gefässe, welche man als Kiemenvenen ansieht, zu einem Stamme gesammelt, der an der mesenterialen Seite des mittleren Darmabschnittes liegt und, nachdem er noch das venöse Blut aus dem hintern Theil des Darmes aufgenommen hat, in den weiteren mittlern Theil der Darmarterie überführt.

Bei den Echiniden ziehen sich gleichfalls längs des langen, gewundenen Darmes zwei Gefässe (eine Arterie und Vene) hin, welche nach vorn und hinten mit einem, den Schlund und den After umlegenden Gefässringe in Verbindung stehen. Der den Schlund umgebende, hinter dem Kauapparat liegende vordere Ring entsendet ausser der Darmarterie auch noch Zweige an die Körperwand, an den Kauapparat u. s. w. und steht durch einen kurzen contractilen Schlauch — das Herz — mit dem hintern oder analen Gefässring in Verbindung. Letzterer scheint venöser Natur zu sein, bestimmt, das venöse Blut in sich zu sammeln und in das Herz einzuführen, während der Schlundgefässring gleichsam eine Aorta oder einen Bulbus aorticus darstellt, aus dem das vom Herzen ausgetriebene Blut nach allen Richtungen des Körpers wieder vertheilt wird.

Aehnlich, wie bei den Echiniden, ist das Verhalten der Blutgefässe bei den Asteroiden. Ein den Mund umgebender ventraler Gefässring steht mit einem, den After umgebenden, dorsalen Ringgefäss durch ein schlauchartiges Herz in Zusammenhang.

Mit beiden Ringen stehen Gefässe in Verbindung, welche an den Eingeweiden, an den Armen und den Ambulacral-Bläschen sich verästeln. Den

Mundring und seine Abzweigung hält man für arteriell, den dorsalen und die mit ihm zusammenhängende Verästelung für venös.

Bei den Ophiuren ist das Gefässsystem sehr wenig erkannt. Ebenso sind auch bei den Crinoiden unsere Kenntnisse über das Gefässsystem nur fragmentarisch. Ein im Grunde des Kelches liegendes schlauchförmiges Organ wird als Herz betrachtet, von dem Zweige in die Arme, in die Cirren (*Comatula*) und in den Stiel (*Pentacrinus*) abgehen sollen. Ueberhaupt ist unsere Kenntniss des Blutgefässsystems der Echinodermen noch sehr lückenhaft. Noch immer geben die Untersuchungen Tiedemann's für dieselbe die Hauptgrundlage ab, obschon sie durch die Beiträge, welche zahlreiche spätere Forscher lieferten, manche Ergänzungen und Berichtigungen erfahren hat.

In der jüngsten Zeit verdanken wir R. Greef *) schätzenswerthe Beiträge. — Der Verbindung des Blutgefässsystems mit dem Wassergefässsystem bei den Asterien, sowie der Aufnahme von Wasser von aussen durch die Madreporenplatte in den Herzschlauch wurde schon oben bei dem Wassergefässsystem der Echinodermen (S. 122) gedacht.

Greef beschreibt ausser dem Tiedemann'schen analen Blutgefässringe noch einen zweiten, sog. Nervengefässring, der in die Ambulacralrinnen Radialkanäle entsendet, welche schliesslich mit einem sehr entwickelten Hautgefässsystem in Verbindung stehen.

Die Gefässnatur der Tiedemann'schen Darmvenen, welche paarweise von der Spitze zur Basis jedes Armes laufen, um in den analen Gefässring einzumünden, glaubt G. bezweifeln zu müssen. Sie seien bandartige Fäden, durch welche die Blinddärme in ihrer ganzen Länge an die Rückenhaut der Arme befestigt würden.

C. K. Hoffmann **) stellt sogar die Gefässnatur des ganzen von Tiedemann beschriebenen Blutgefässsystems bei Asterien, Echiniden und Spatangen in Frage. Doch wird er von Greef darin bekämpft und die Unrichtigkeit seiner Ansicht durch die Injection der Gefässringe nachgewiesen.

#### e. Gefässsystem der Coelenteraten.

Dasselbe fehlt den Coelenteraten gänzlich und wird durch den Gastrovascularapparat (siehe Verdauungsapparat S. 84) vertreten, der meistens eine mehr oder weniger verästelte Leibeshöhle darstellt, in welche die in der Verdauungshöhle aus den Nahrungsmitteln gewonnene Nährflüssigkeit gelangt, um theils durch die Contraction des Körpers, theils durch ein, die Hohlräume auskleidendes Flimmerepithel hin und her bewegt und so mit der Körpersubstanz in Berührung und Wechselwirkung gebracht zu werden.

---

*) Sitzungsberichte der Gesellschaft zur Beförderung der gesammten Naturwissenschaften in Marburg. 1871 und 1872.

**) Niederländisches Archiv für Zoologie. Bd. I. Heft 2.

#### f. Gefässsystem der Protozoen.

Wenn bei den Coelenteraten auch ein Gefässsystem gänzlich fehlt, so war doch eine Verdauungshöhle vorhanden, die durch ihre Verbindung mit der oft baumartig verästelten Leibeshöhle eine Vertheilung der Nährflüssigkeit im Körper nach Art des Blutgefässsystems ermöglichte. Allein den Protozoen, bei denen auch eine Verdauungshöhle fehlt, geht selbst diese Einrichtung ab, und damit jedes Analogon eines Circulationsapparates. Die Nahrungstheile, welche die Rhizopoden und Spongien einfach in ihr Leibesparenchym aufnehmen, werden durch die das Innere bildende Sarcode verdaut, wonach sie das Körperparenchym durchtränken. Bei den, Mund und oft selbst After besitzenden, Infusorien ist es analog, indem die das Innere des Leibes einnehmende Sarcode, in welche die durch den Mund eingeführten Speiseballen sich einsenken, ebenfalls dieselben verdaut. Die daraus gebildete Nährflüssigkeit durchtränket den Körper, ohne dass besondere Bahnen vorhanden wären, durch welche dieselben in dem Körper in Circulation gebracht würden.

## 5. Harnapparat *(Org. uropoëtica).*

### A. Harnorgane der Wirbelthiere.

Bidder, Vergleichende anatom. u. histolog. Untersuchungen über d. männlichen Geschlechts- und Harnwerkzeuge der nackten Amphibien. Dorpat 1846. — G. Carus u. W. Otto, Erläuterungstafel z. vergl. Anat. Hft 7. — Cuvier, Vorlesungen über vgl. Anat. Bd. 4. — Fink, De amphibiorum systemate uropoëtico. Hal. 1817. — Gottsche, Ueber das harnleitende System in den Grätenfischen, in Froriep's Notizen. 1835. Nr. 838. — Gurlt, Anatom. Abbildungen der Haussäugethiere. Tafel 68, 69, 73. — Th. v. Hesslig. Histolog. Beiträge z. Lehre von der Harnabsonderung. Jena 1851. — Hyrtl, Das uropoëtische System d. Knochenfische, in den Denkschriften d. Wiener Academie d. Wissenschaften. Bd. II. 1. Abth. S. 27. — Derselbe, Beiträge z. Morphologie d. Urogenitalorgane der Fische; ebendaselbst. — Derselbe, Ueb. d. Zusammenhang d. Geschlechts- und Harnorgane der Ganoiden, ebenda. Bd. VIII. Abth. 1. S. 65. — Hüfner, Zur vergleichenden Anatomie d. Harnkanälchen. Dissert. Leipz. 1866. — Kupfer, Archiv f. microscop. Anatomie. Bd. I. S. 233; II. S. 175. — Leydig, Lehrb. d. Histologie, S. 456. — H. Meckel, Morphologie d. Harn- und Geschlechtsorgane der Wirbelthiere. Halle 1848. — J. Müller, De glandularum secernentium structura penitiori. Lipsiae 1830. — Derselbe, Ueb. d. Wolff'schen Körper b. d. Embryonen der Frösche und Kröten, in Meckel's Archiv. 1829. S. 55. — Derselbe, Eingeweide der Fische, in den Abhandlungen d. Berliner Academie d. Wissenschaften. Jahrg. 1843. S. 109. — Niccolai, Ueber die Harnwerkzeuge einiger Amphibien, in d. Isis. 1826. S. 527. — Rathke, Beitr. z. Geschichte der Thierwelt. Halle 1825. — Derselbe, Entwicklungsgeschichte der Natter. Königsberg 1837. — Derselbe, Entwicklung der Schildkröten. Braunschweig 1848. — Reichert, Ueb. d. Müller-Wolff'schen Körper bei Fischembryonen, in Müller's Archiv f. Anat. 1856. S. 125. — Rosenberg (Dissert.), Ueber die Teleostier-Niere. Dorpat 1867. — Steenstra-Toussaint, Commentatio de systemate uropoëtico piscium. Lugd. Batav. 1835. — Vautherin, Observations sur quelques points de l'organisation des Cheloniens, in Ann. de sc. nat. 5. Ser. T. 13. artic. 7. — v. Wittich, Beitr. z. morphol. u. histolog. Entwicklung der Harn- und Geschlechtswerkzeuge der nackten Amphibien, in d. Zeitschrift f. w. Zoologie. Bd. 4. S. 125.

Die Aufgabe der Harnorgane besteht hauptsächlich:

1) In der Ausscheidung von stickstoffhaltigen Substanzen (Harnstoff, Harnsäure, Hippursäure, Kreatin, Kreatinin u. a.), welche als Zersetzungs- und Rückbildungsproducte aus dem thier. Stoffwechsel sich ergeben.

2) In der Ausscheidung von Wasser, das im Ueberschusse dem Blute von aussen zugeführt wurde. Letztere Ausscheidung kann allerdings auch noch durch Haut und Lungen bewirkt werden. Daher der Harn um so concentrirter zu sein pflegt, je mehr auf letzterem Wege Wasser ausgeschieden wird und umgekehrt um so wässeriger ist, je mehr die Wasserausscheidung auf die Thätigkeit der Nieren beschränkt wird. Daraus erklärt es sich, warum der Harn im Winter wässeriger ist, als im Sommer und auch bei den im Wasser lebenden Thieren, bei welchen die Hautthätigkeit sehr vermindert ist, wasserhaltiger zu sein pflegt, als bei solchen, die in der Luft leben.

Auch wenn Thiere, wie Vögel und manche Amphibien, z. B. Chelonier, selten Wasser trinken und, wenn es geschieht, nur sehr kleine Quantitäten aufnehmen, ist der Harn concentrirter, als bei solchen, die oft und viel zu trinken pflegen.

Der Harnapparat kann bei den Wirbelthieren eingetheilt werden:

1) in die harnabsondernden Organe — die Harndrüsen oder Nieren, und

2) in die den abgesonderten Harn wegführenden Organe.

### 1. Harnabsondernde Organe.

#### Die Nieren (*Renes*).

Was zunächst Lage, Form und Grösse betrifft, so zeigen sie grosse Verschiedenheiten und Unbeständigkeit.

Ihre Lage zeigt nur in so fern grosse Beständigkeit, als sie stets an der Rückenwand der Bauchhöhle, beziehungsweise der Rumpfhöhle, zu beiden Seiten des Lendentheils der Wirbelsäule, vor dem Becken, oder wo dieses fehlt, an dem Theil der Wirbelsäule zu liegen pflegen, welcher, wenn das Becken vorhanden wäre, vor dieses zu liegen käme.

In Fällen, wo, wie bei Vögeln, die Darmbeine beiderseits der Wirbelsäule nach vorn sich ziehen und, den Lendentheil der Wirbelsäule zwischen sich nehmend, noch zum Becken hereinziehen, kann es den Schein gewinnen, als seien die Nieren weiter nach hinten in das Becken verlegt.

Wo, wie bei den Fischen, das verkümmerte Becken rudimentär und weit nach vorn, sogar, wie bei Kehlflossern, vor den Schultergürtel unter den Kopf verlegt sein kann, geht freilich dieser Anhaltspunkt, den das Becken bietet, verloren. Allein dächte man sich bei diesen das Becken in diejenige Lage

zur Wirbelsäule versetzt, welche es bei den andern Wirbelthieren einnimmt, so würden auch hier die Nieren mehr vor dem Becken sich befinden. Nur diejenigen würden davon abweichen, bei welchen, wie z. B. bei den Ganoiden, bei Cobitis fossilis, Ophicephalus u. a., das hinterste Ende der Nieren in den, von den untern Wirbelbogen umschlossenen Caudal-Canal hineingreift.

Bei Säugethieren und Amphibien liegen die Nieren nur lose an der Rückenwand der Leibeshöhle an; bei den Vögeln und meisten Fischen dagegen sind sie so fest an dieselbe angewachsen, dass sie schwer abzulösen sind, und, den Vogellungen ähnlich, von den Wirbelquerfortsätzen und Rippen tiefe Einschnitte erhalten.

Form und Grösse der Nieren zeigen weniger Beständigkeit, als die Lage. Die Grösse richtet sich im Allgemeinen nach der Lebhaftigkeit des Stoffwechsels und der Grösse der Körpermasse. Daher höhere Wirbelthiere im Allgemeinen relativ grössere Nieren haben, als niedere. Doch üben die Wechselbeziehungen, in denen die Nierenabsonderung zu noch andern Ausscheidungen mittelst Haut und Athemorgan steht, in welchem letzteren Organe auch Wasserausscheidung erfolgt, — einen Einfluss auf ihre Grösse aus. Daher bei niedern Wirbelthieren, bei welchen die Haut- und Athemthätigkeit sehr viel geringer ist, als bei höhern Thieren, die Nieren also vorzugsweise oder ausschliesslich die Wasserausscheidung, die dort unzureichend erfolgt oder ganz unterbleibt, zu bewerkstelligen haben — die Grösse der Nieren doch noch relativ bedeutender ist, als sie nach Maassgabe der Grösse des Stoffwechsels und der Körpermasse sein würde.

Auf die Form der Nieren übt die Gestalt der Leibeshöhle einen nicht verkennbaren Einfluss in so weit aus, als da, wo die letztere wegen langgestreckter Körperform schmal und lang ist, auch die Nieren eine mehr langgestreckte, schmale, oft bandartige Gestalt annehmen, wie bei vielen Amphibien (Schlangen, Sauriern, geschwänzten Batrachiern, Perennibranchiaten) und den meisten Fischen. Daher sie auch hier sehr weit nach vorn, oft bis zum vordern Ende der Leibeshöhle, ja bis unmittelbar an den Kopf sich erstrecken, während bei denjenigen Thieren, bei denen die Leibeshöhle wegen mehr kurzer, gedrungener Körpergestalt in der Querrichtung geräumiger ist, auch die Nieren von entsprechender kurzer, mehr gedrungener und breiterer Form sind, wie die Nieren z. B. von Lophius unter den Fischen, ferner die von Cheloniern, Krokodilen, ungeschwänzten Batrachiern und endlich die Nieren aller Vögel und Säugethiere dies genügend darthun.

Die Nieren der Säugethiere sind in ihrer Form am beständigsten, indem sie, wie die menschlichen, eine mehr bohnenförmige Gestalt haben, während die der anderen Wirbelthiere sehr verschieden ist.

Bei den meisten Wirbelthieren bilden die Nieren, mag ihre Form sein, welche sie wolle, eine mehr ungetheilte Masse. Bei manchen jedoch erhalten sie durch mehr oder weniger tiefe Einschnitte eine gelappte Form. So zerfällt sie bei den Robben und Cetaceen in eine grosse Anzahl (100—200) kleiner Läppchen; bei Lutra, beim Bären und dem Rinde in eine kleinere Anzahl grösserer Lappen, so dass die Niere ganz der foetalen menschlichen gleicht. Auch bei den Vögeln pflegen die Nieren eine etwas gelappte Gestalt zu haben, indem sie meistens in drei Lappen, wovon der mittlere der kleinste ist, durch allerdings oft nur seichte Einschnitte abgetheilt erscheinen. Beim Wasserhuhn *(Fulica atra)* zerfallen die Nieren sogar ähnlich, wie bei den Robben und Walen, in eine grosse Anzahl (gegen 60) kleiner rundlicher Läppchen. Unter den Amphibien haben namentlich die Schlangen gelappte Nieren und bei der Boa zerfallen sie selbst in eine grosse Anzahl zierlicher, gleichförmiger Platten.

Bei vielen Wirbelthieren rücken die Nieren so sehr von beiden Seiten zusammen, dass sie theilweise selbst miteinander verwachsen. So stossen sie bei vielen Vögeln, wie den Singvögeln, zusammen, und bei andern, wie z. B. beim Lappentaucher (*Colymbus*) u. a. verwachsen sie selbst miteinander. Auch bei manchen Amphibien, wie z. B. bei Lacerta ocellata, verwachsen die hintern Enden miteinander, und bei den Fischen ist es sogar ein häufiges Vorkommniss, dass die beiden Nieren hinten oder auch vorn miteinander verwachsen, ja sogar zu einer Masse in manchen Fällen verschmelzen.

Was den Bau der Nieren anbelangt, so kommen die aller Wirbelthiere darin miteinander überein, dass sie tubulöse Drüsen sind, d. h. aus sekretorischen Kanälchen — den Harnkanälchen — gebildet werden, deren Anfänge in einer blasigen Erweiterung — Bowman'sche Kapsel — je einen Glomerulus einschliessen, dessen Vas efferens zu einem die Harnkanälchen umstrickenden Capillarnetz sich auflöst. Sämmtliche Harnkanälchen fliessen schliesslich zu einem gemeinsamen Kanale — dem Harnleiter *(Ureter)* — zusammen.

Zahl, Länge, Verlaufsweise und Lagerung der Harnkanälchen zeigen aber bei den Wirbelthieren mancherlei Verschiedenheiten und verschiedene Stufen der Entwicklung.

Am einfachsten verhält sich der Bau der Nieren bei den Myxinoiden (Fig. 223). Eine Anzahl kurzer Harnkanälchen, die mit einer, einen Glomerulus einschliessenden Bowman'schen Kapsel beginnen, sitzen auf einem gemeinsamen Kanale auf, der den Ausführungsgang — den Harnleiter — darstellt.

Bei den übrigen Fischen und Amphibien ist die Niere nur in so weit höher entwickelt, als die Zahl der in dem Ureter sich sammelnden Harnkanälchen grösser ist, letztere vor ihrer Einmündung in den Ureter schon

zu einfacheren Kanälchen zusammenfliessen, und, da sie von bedeutenderer Länge sind, vielfach gewunden zusammenliegen und läppchenförmige Abtheilungen bilden (Fig. 224).

Bei den Vögeln (Fig. 225) werden die Kanälchen noch zahlreicher und länger und desshalb noch vielfacher geschlängelt und gewunden, vereinigen sich büschelförmig zu grösseren einfachen Gängen, welche, den Nierenkelchen des Menschen analog, erst in den gemeinsamen Hauptgang, den Harnleiter, zusammenfliessen.

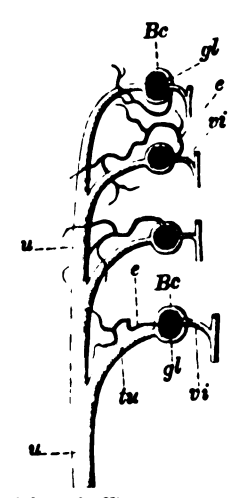


Fig. 223. Schema des Nierenbaues bei den Myxinoiden. *Bc* Bowman'sche Kapsel. *gl* Glomerulus. *vi* Vas inferens. *e* Vas efferens. *tu* Tubuli uriniferi. *u* Ureter (nach J. Müller).

Bei den Säugethieren endlich wird Länge und Zahl der Harnkanälchen am bedeutendsten und erlangen die Nieren den höchsten Grad der Ausbildung, wodurch sie im Bau ganz den menschlichen gleich werden.

Die Harnkanälchen (Fig. 226) bestehen aus einem gewundenen Anfangsstück, einer Henle'schen Schleife und einem Pyramidenstück, welches letztere mit noch einer Anzahl anderer zu gröberen einfachsten Kanälchen, den Warzenkanälchen (*Ductus papillares*), zusammenfliesst, aus denen schliesslich die Malpighi'schen Pyramiden-

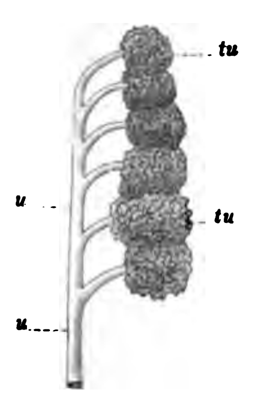


Fig. 224. Schema der Nieren bei Fischen und Amphibien. *tu* Tubuli uriniferi, vielfach gewunden und Läppchen bildend. *u* Ureter.

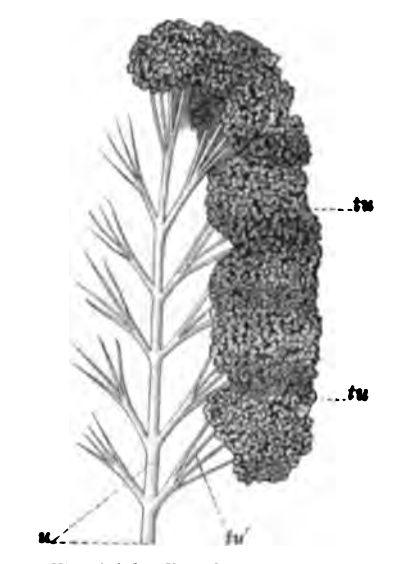


Fig. 225. Niere bei den Vögeln. *tu* Gewundene Harnkanälchen. *tu'* Büschel grader Kanälchen, welche jene aufnehmen und zu je einem einfachen zusammenfliessen, das in den Ureter (*u*) übergeht.

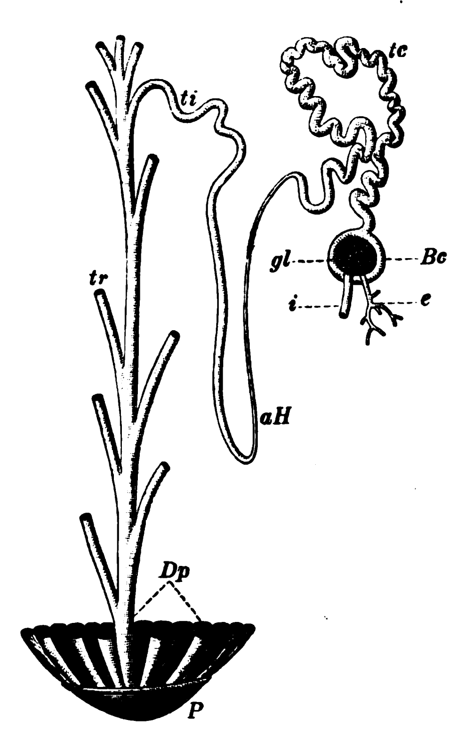



**Fig. 226.** Schema der Harnkanälchen der Säugethiere und des Menschen. *Bc* Bowman'sche Kapsel. *gl* Glomerulus. *i* Vas inferens. *e* Vas efferens. *tc* Gewundene oder Rindenkanälchen. *aH* Henle'sche Schleife. *ti* Einsatz- oder Verbindungsstück. *tr* Sammelröhren, Tubuli recti. *Dp* Ductus papillares. *P* Papilla renalis.

gebilden. Die letzteren, deren Zahl verschieden sein kann, ragen mit ihrer von den ausmündenden Warzenkanälchen siebförmig durchbrochenen Spitze — warzenartig — daher Nierenwarzen *(P)* genannt — in die Nierenkelche hinein, so dass so viele Nierenwarzen vorhanden sind, als Pyramiden in den Nieren zu sein pflegen. Wo die Nieren in der Foetalperiode, ähnlich wie bei den Robben etc. und dem menschlichen Foetus, gelappt waren (Fig. 227), da haben sie auch später (Fig. 228), nachdem bereits diese Läppchen verwachsen sind, im Innern noch so viele Pyramiden, als ursprünglich Läppchen vorhanden waren. So gleicht die Niere des Schweins auch ganz der des Menschen in so weit, als sie, obschon die ursprünglichen Läppchen durch Verwachsung geschwunden sind und die Niere eine ungetheilte

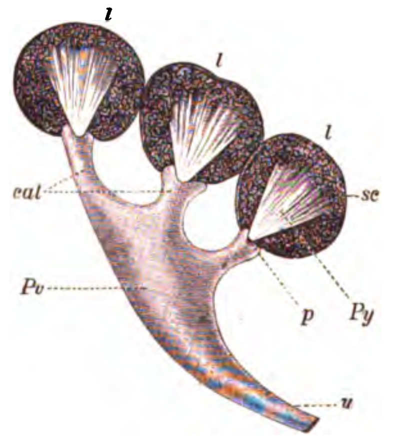



**Fig. 227.** Schema einer gelappten Säugethier-Niere. *l* Lobuli. *sc* Substantia medullaris oder Malpighi'sche Pyramide. *cal* Nierenkelche. *Pv* Nierenbecken. *u* Ureter.



**Fig. 228.** Schema einer ungelappten Säugethier-Niere mit mehreren Nierenpyramiden.

Masse darstellt, doch im Innern eine Anzahl Malpighi'scher Pyramiden einschliesst, die mit ebensoviel Warzen in die Nierenkelche hineinragen. Allein bei den bei weitem meisten Säugethieren (wie den Affen, Nagern, Einhufern, Carnivoren, Insectivoren, Beutelthieren) ist die Foetusniere nicht gelappt. Daher auch die Niere der erwachsenen Thiere nur eine, aber dafür auch sehr grosse Pyramide mit nur einer Warze besitzt (Fig. 229).



Fig. 229. Ungelappte Säugethier-Niere mit nur einer Nierenpyramide.

Es sind nicht die Nieren aller Wirbelthiere homologe Organe, wenn schon sie functionell einander gleichen. Die der Fische und nackten Amphibien sind von denen der übrigen höheren Wirbelthiere (der beschuppten Amphibien, Vögel und Säugethiere) in soweit zu unterscheiden, als sie Organe sind, die bei letzteren nur während des Foetallebens vorhanden sind, und hier die sog. Urnieren oder Wolff'schen Körper derselben, — diese hingegen, die eigentlichen Nieren, bei den höheren Wirbelthieren erst auftreten, wenn jene wieder schwinden. Die Urnieren haben, wo sie nur vorübergehende Bildungen sind, doppelte Bedeutung, indem sie einestheils provisorische Harndrüsen sind und anderntheils an dem Aufbau des Geschlechtsapparates sich betheiligen. Der Theil, welcher ersterer Anforderung Genüge leistet, geht später unter, während der andere zum Nebenhoden und dem Samenleiter sich entwickelt. Diese doppelte Beziehung der Urnieren zu dem Harn- und Geschlechtsapparate macht sich auch da noch sichtbar, wo sie, wie bei den niederen Wirbelthieren, den provisorischen Charakter abstreifen und ein für das ganze Leben berechnetes Definitivum darstellen. So namentlich bei den nackten Amphibien, wo der obere Theil derselben die Vasa efferentia testis aufnimmt und ihr Ausführungsgang gemeinsamer Harn-Geschlechtsgang ist, der untere Theil dagegen ausschliesslich Harndrüse oder Niere ist (vergl. unten Geschlechtsapparat).

## 2. Harnwegleitende Organe.

Wenn schon die Verschiedenheiten sehr zahlreich sind, welche der, die Ausfuhr des Harns bewerkstelligende Apparat in der Reihe der Wirbelthiere zeigt, so lassen sich doch alle unter nachfolgenden Haupttypen zusammenfassen.

*α*) Der Apparat besteht nur aus den zwei Ausführungsgängen der Nieren — den Harnleitern *(Ureteres)* — welche in eine Kloake einmünden (Vögel, Schlangen, Krokodile und Plagiostomen) (Fig. 230).

*β*) Die Harnleiter fliessen zu einem gemeinsamen Harngange zusammen, der, entweder mit den Geschlechtswegen zusammen-

fliessend, einen gemeinsamen Harngeschlechtsgang *(Canalis urogenitalis)* darstellt (Fig. 231) und hinter dem After nach aussen mündet (Knochenfische), oder von den Geschlechtswegen getrennt bleibt, für sich hinter der Geschlechtsöffnung nach aussen führt (Knochenfische).

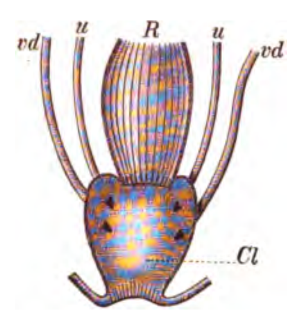



**Fig. 230.** Harnwegleitender Apparat bei Amphibien und Fischen. *R* Rectum. *Cl* Cloake. *u* Harnleiter. *vd* Samenleiter.

γ) Der Harn wegleitende Apparat besitzt einen blasigen Behälter zur Ansammlung des von den Nieren kommenden Harns — Harnblase *(Vesica urinaria)*.

Diese Harnblase stellt entweder

aa) eine Ausstülpung der vordern Wand der Cloake dar (Fig. 232), so dass der Harn nur von dieser aus in sie gelangen kann und ebenso auch nach ihr wieder zurückführt werden muss, wenn er

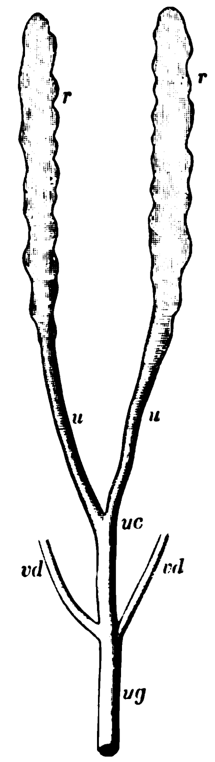



**Fig. 231.** Harnwegleitender Apparat bei Knochenfischen. *r* Nieren. *u* Harnleiter. *uc* Gemeinsamer Harngang. *vd* Samenleiter. *ug* Harngeschlechtsgang.

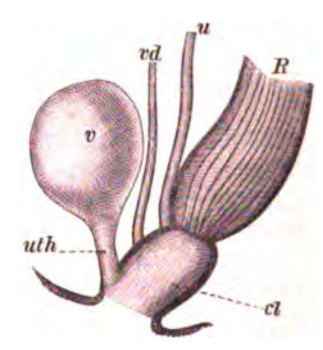



**Fig. 232.** Harnblase bei Cheloniern, Sauriern, Batrachiern, Perennibranchiaten und Dipnoi. *v* Harnblase. *uth* Urethra. Die übrige Bezeichnung wie Fig. 230.

entleert werden soll (Chelonier, Saurier, Batrachier, Perennibranchiaten und Dipnoi), oder sie ist

bb) eine Erweiterung der Harnwege. In letzterem Falle kann die Erweiterung

αα) von den Enden der beiden Harnleiter gebildet sein, so dass eine doppelte Harnblase *(Vesica duplex)* besteht

(Fig. 233) an jedem Harnleiter eine, von denen jede einen Harnleiter oben aufnimmt und unten wieder entlässt (manche Fische, Gadus lota u. a.) oder

ββ) die Erweiterung wird sowohl von den Harnleitern, als auch dem Anfangstheil des gemeinsamen Harnganges gebildet, wodurch eine zweihörnige Blase *(Vesica bicornis)* zu Stande kömmt (Fig. 234).

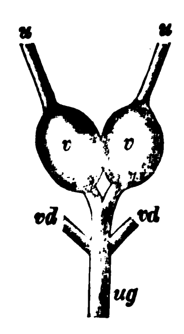



Fig. 233. Doppelte Harnblase. u Harnleiter. v Harnblase. vd Samenleiter. ug Harngeschlechtsgang.

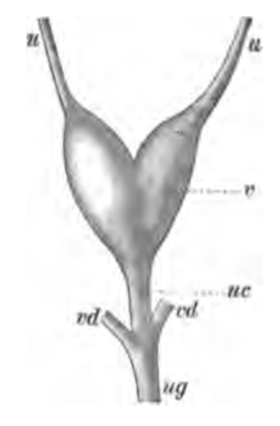



Fig. 234. Zweihörnige Harnblase (v). Die Bezeichnung, wie vorhergehend.

Die Blasenhörner nehmen oben die Harnleiter auf und der Blasenkörper entsendet unten für die Ausfuhr des Harns nach aussen den gemeinsamen Harngang — die Harnröhre *(Urethra)* (einige Ganoiden, wie Spartularia, Lepisosteus); oder

γγ) die Harnblase ist nur Erweiterung des Anfangstheils des gemeinsamen Harnganges.

Die Harnleiter münden entweder vereinigt (Fig. 235), wie bei manchen Knochenfischen oder getrennt (Fig. 236), wie dies ebenfalls bei Knochenfischen und dann (Fig. 237) bei den Säugethieren und beim Menschen der Fall ist, in die Blase ein, und dieser gegenüber geht der gemeinsame Harngang als Harnröhre, welche mit den Geschlechtswegen sich noch verbindet, nach aussen hervor.

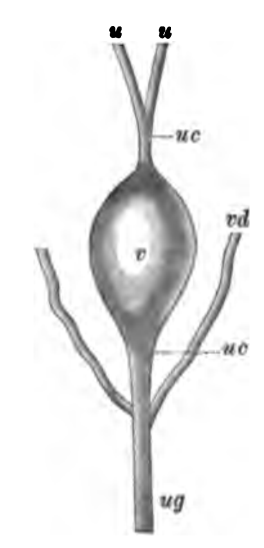



Fig. 235. Einfache Harnblase (v), welche am Scheitel die vereinigten Harnleiter (uc) aufnimmt und unten wieder entlässt. Die übrige Bezeichnung wie früher.

Eine Eigenthümlichkeit der Harnblase der Knochenfische ist die häufige Bildung von oft sehr ansehnlichen und mehrfachen Disertikeln.

Bezüglich der Einmündungsstelle der Harnleiter in die Blase ergeben

sich übrigens noch viele Verschiedenheiten, indem sie bald, wie bei den Knochenfischen und einzelnen Säugethieren (*Hyrax Lepus pusillus*), am Blasenscheitel oder nahe bei demselben einmünden, bald,

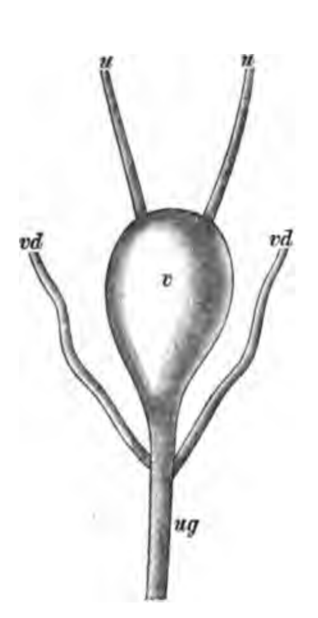



**Fig. 236.** Die einfache Harnblase (*v*) nimmt am Scheitel die getrennten Ureteren auf und sendet unten den gemeinsamen Harngang aus. Das Uebrige wie bisher.

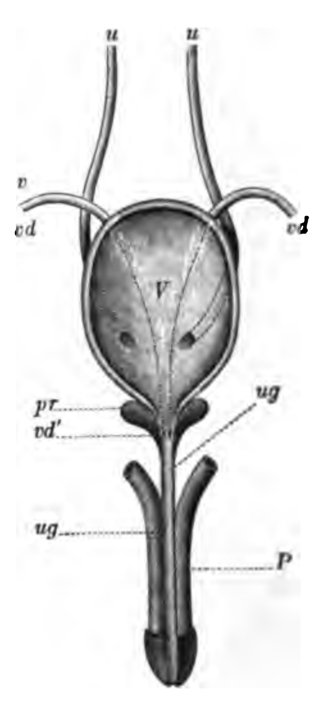



**Fig. 237.** Harnwegleitungsapparat bei Säugethieren und Menschen. *u* Harnleiter. *V* Harnblase. *vd* Samenleiter. *vd'* Einmündung der Samenleiter in den gemeinsamen Harngang. *pr* Prostata. *ug* Harn-Geschlechtsgang — Urethra. *P* Penis.

wie bei den meisten Säugethieren und dem Menschen, am Blasengrunde, bald auch noch tiefer, nahe beim Blasenhalse oder in diesen selbst einmünden, wie bei Monotremen u. a. dies gefunden wird.

Während die Zahl der in die Blase führenden Harnleiter ganz allgemein zwei ist, so findet sich bei solchen Fischen (*Muraenophis*), bei welchen die Nieren auch noch hinter dem Anus in den Schwanz zu liegen kommen, die Abweichung, dass die Blase ausser den zwei Hauptureteren auch noch eine Anzahl (6 — 8) aus dem Schwanztheil der Nieren aufnimmt (Fig. 237 a).

δδ) Die Zusammensetzung des Apparates im Allgemeinen, wie im Vorhergehenden, sich verhaltend, nur dass die Harnröhre, anstatt direct nach aussen zu führen, in eine Cloake einmündet (Monotremen

Fig. 238) unter den Säugethieren, und Lophius unter den Fischen (Fig. 274 a).

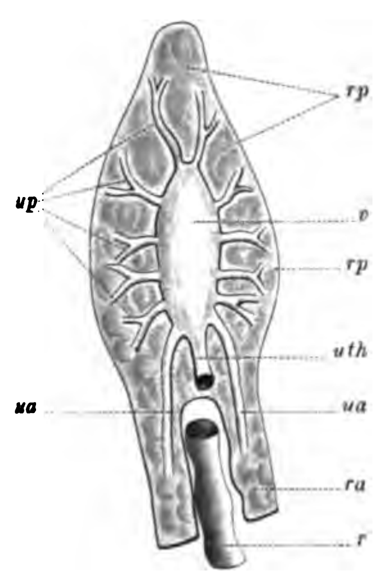



Fig. 237 a. Harnblase mit einer grösseren Zahl von Ureteren von Muraenophis (nach Hyrtl). ra Der vordere oder Bauchtheil der Niere, abgeschnitten. ua Die beiden darauskommenden Ureteren. r Mastdarm. uth Harnröhre. rp Der im Schwanz liegende Theil der Nieren. up Die aus demselben entspringenden übrigen Ureteren. v Harnblase.

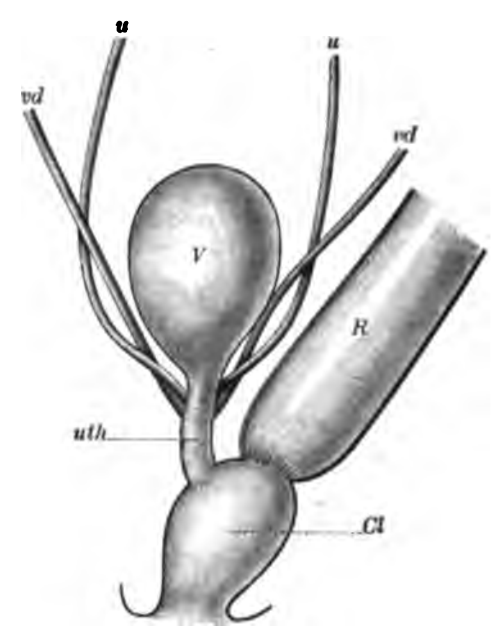



Fig. 238. Harnapparat bei den Monotremen. R Mastdarm. Cl Cloake. uth Harnröhre. V Harnblase. vd Samenleiter. u Harnleiter.

## B. Harnorgane der wirbellosen Thiere.

Brandt und Ratzeburg, in der med. Zoologie. Bd. II. — Brugnatelli, in Meckel's deutschem Archiv. Bd. II. S. 629. — V. Carus, Icones zootomicae. Lipsiae 1857. — Delle Chiaje, Descrizione anatomica degli animali invertebrati della Sicilia citeriore. Napoli. Th. I—V. 1841. — Dufour, Recherches anatomiques sur la Lithobius forficatus etc., in Ann. de sc. nat. 1824. Tom. II. — Milne Edwards, Histoire naturelle des Crustacées. 1834—40. — Derselbe, Crustacea, in Todd's Cyclopaedia of anatomy. Vol. I. — Frey u. Leuckart, Beitr. z. Kenntniss wirbelloser Thiere. Braunschweig 1847. — Gegenbaur, Untersuchungen üb. Pteropoden u. Heteropoden. Leipzig 1855. — Derselbe, Zeitschrift f. wissensch. Zool. Bd. 4. S. 221. — Grosbans, De systemate uropoëtico, quod est Radiatorum, Articulatorum et Molluscorum acephalorum. 1837. — Hering, De Alciaparum partibus genitalibus organisque excretoriis. Lipsiae 1860. — Jacobson, in Meckel's deutschem Archiv. Bd. 6. S. 370. — Kutorga, Scolopendrae morsitantis anatome, Petropoli 1834. — Lacaze-Duthiers, Mémoire sur l'organe de Bojanus des Lamellibranches, in Ann. de sc. nat. 4me Sér. Tom. 4. pag. 267. — Leydig, Lehrbuch d. Histologie. S. 484. — Derselbe, in der Zeitschr. f. wissensch. Zool. Bd. 3. — Mayer, Analecten f. vergl. Anatomie. Bonn 1835.

S. 54. — H. Meckel, Micrographie einiger Drüsenapparate niederer Thiere, in Müller's Archiv. 1846. S. 1. — J. Müller, Beiträge zur Anatomie des Scorpions, in Meckel's Archiv f. Anat. 1828. S. 29. — Derselbe, z. Anatomie von Scolopendra morsitans, in d. Isis 1829. S. 550. — R. Owen, Cephalopoda, in Todd's Cyclopaedia. — Paasch, De Gasteropodum nonnullorum hermaphroditicorum systemate genitali et uropoëtico. Dissert. Berolini 1842. — und in Wiegmann's Archiv. 1843. Bd. I. S. 78. — Rengger, Untersuchung üb. d. Haushaltung der Insecten 1817. — Schneider, üb. den Bau d. Nematoden, in Müller's Archiv. 1858. S. 426. — Semper, in der Zeitschr. f. w. Zool. Bd. 9. — v. Siebold, Lehrb. d. vergl. Anat. d. wirbellosen Thiere. Berlin 1848. — Strauss-Dürckheim, Considérations générales sur l'anatom. comparée des animaux articulés. Paris 1828. S. 251. — Swammerdam, Zergliederung einer Krebsschnecke in der Bibel d. Natur. 1722. — Treviranus, Ueb. d. i. Bau d. Arachniden. 1812. — Wasmann, Beitr. z. Anat. d. Spinnen, i. d. Abhandl. d. naturw. Vereins zu Hamburg. 1848. — Wohnlich (Doellinger), Dissert. de Helice pomatia. Wirceburgi 1813.

Obschon sicherlich auch bei den wirbellosen Thieren stickstoffhaltige Substanzen, ähnlich den Harnbestandtheilen der Wirbelthiere, als Zersetzungs- und Rückbildungsprodukte beim Stoffwechsel sich ergeben, folglich auch aus dem Körper ausgeführt werden, so sind dennoch Organe, die den Harnorganen der Wirbelthiere entsprächen, bei den wenigsten Wirbellosen bis jetzt nachweisbar gewesen.

Nur bei den Luft athmenden Arthropoden (Insecten, Arachniden und Myriapoden) sowie bei den Mollusken, hat man bis jetzt Organe dieser Art darthun können, während bei allen übrigen solche mit Sicherheit nicht nachgewiesen werden konnten.

Der Nachweis von Harnorganen wird bei Wirbellosen allerdings dadurch sehr erschwert, dass bei manchen der Stickstoff in andern Verbindungen, als bei den Wirbelthieren, in der Form von Xanthin, Guanin u. dgl., statt in der von Harnsäure ausgeschieden wird, und somit bei der Prüfung dieser Absonderungsorgane das wichtigste Kriterium, die Anwesenheit von Harnsäure, fehlt.

Es gibt bei vielen Wirbellosen, namentlich bei den Würmern u. a. Excretionsorgane, die möglicher Weise auch Harnorgane sind. Ebenso muss man, um den Mangel von besondern Harnorganen begreifen zu können, berücksichtigen, dass eines Theils bei vielen Wirbellosen wegen des so trägen Stoffwechsels eine äusserst geringe Menge von Zersetzungsproducten sich ergeben und anderntheils das Gefässsystem bei vielen kein geschlossenes, auch kein Capillarnetz vorhanden ist, und manche Wirbellosen ihre Nährstoffe, besonders den Sauerstoff, nur durch die äussere Körperoberfläche aufnehmen, sonach sehr wohl letztere auch die Stätte abgeben kann, wo die stickstoffhaltigen Zersetzungsproducte des Thierkörpers nach aussen abgeschieden werden.

### 1. Harnorgane der Arthropoden.

Bei den Insecten werden sie von den sg. Mahlpighi'schen Gefässen (*Vasa Malpighiana*), die man früher für gallenbereitende Organe hielt, dargestellt.

Sie kommen, mit wenigen Ausnahmen (Aphidiern), bei allen Insecten vor und stellen die einfachste Form von Harnkanälchen dar, die jedoch an ihrem Ende weder eine Bowman'sche Kapsel bilden, noch mit Glomeruli in Verbindung stehen. Dass sie indess Harn bereitende Organe sind, zeigt doch der gelieferte Nachweis von Harnsäure in ihrem Inhalte. Sie inseriren sich stets hinter der Pars digestoria und wo diese nur aus einem Magen besteht, dann hinter diesem in den Darm (vgl. Fig. 91—97). Sie entleeren also ihren Inhalt in die Pars egestoria, des Nahrungsschlauches. Während sie nun bezüglich ihrer Einsenkung in den Darm eine gewisse Beständigkeit zeigen, bieten sie aber hinsichtlich ihrer Länge, Zahl und Form viele Verschiedenheiten dar. Wo ihre Länge bedeutend ist, pflegt ihre Zahl gering (4—6) zu sein und umgekehrt ist die letztere gross (bis über 100 und mehr), wo die Länge unbedeutend ist (s. Fig. 94 u. 96). Im ersteren Falle (Coleopteren, Dipteren, Lepidopteren, Hemipteren) pflegen sie mit vielen Windungen den Darm zu umspinnen; im andern aber (Orthopteren, Neuropteren, Hymenopteren) büschelförmig angeordnet zu sein. Ihre Form zeigt auch in soweit Verschiedenheiten, als manche, statt glatte Wandungen zu haben, mit zahlreichen blinddarmförmigen u. dgl. Ausbuchtungen und Anhängen besetzt sind (Fig. 239, 239 a). Auch ihr Inhalt, der eine feinkörnige Masse darstellt, bietet hinsichtlich seines Aussehens Verschiedenheiten, indem er bald eine weissliche, bald eine gelbliche oder grünliche, bräunliche oder röthliche Farbe hat.

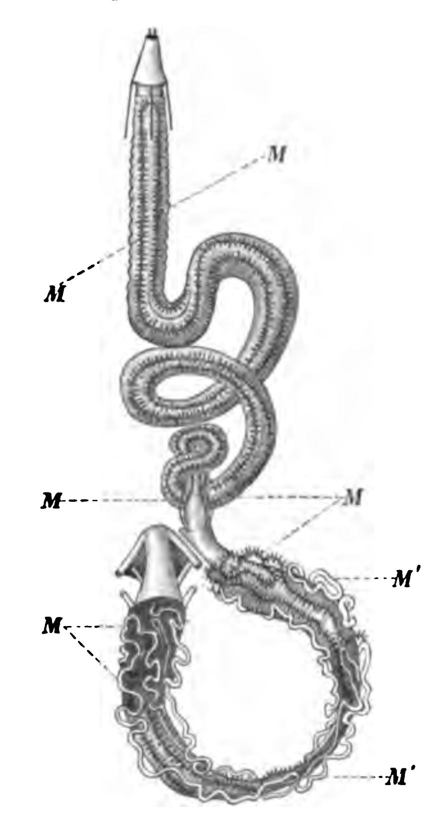


**Fig. 239.** Malpighi'sche Gefässe (*M*) beim Maikäfer (nach Strauss-Dürckheim). *M'* Glattwandige Malpighi'sche Gefässe um den hintern Theil des Darms gewunden und vielleicht auch in das Ende sich einsenkend.

Da das Aussehen des Inhaltes der M.'schen Gefässe bei ein und demselben Thiere Verschiedenheiten darbieten kann, indem die einen einen weisslichen, die andern einen gelblichen oder bräunlichen Inhalt zeigen, auch die M. G. desselben Thieres oft verschiedene Formen haben, wie z. B. beim Maikäfer u. a., so stellte man die Vermuthung auf, dass nur die, mit weisslichem Inhalt versehenen M.'schen

fässe, eigentliche Harngefässe, die gelblich oder bräunlich aussehenden dagegen Gallengefässe sein möchten.

Allein die Farbe und andere äussere Merkmale geben ein ganz ungenügendes Kriterium ab, so dass, so lange nicht noch andere, bessere, beweisendere Belege, wie etwa der Nachweis, dass der Inhalt der gelblichen Gefässe wirkliche Galle sei, beigebracht werden, diese Vermuthung wenig Wahrscheinlichkeit behält. Und zwar um so weniger, als die Secrete gallenbereitender und harnabsondernder Organe im Darme nicht mit einander sich vertragen. Die Galle, welche hier mit dem Harn gleichzeitig und an derselben Stelle in das Darmrohr geführt würde und welche auf die Verdauung doch einwirken soll, müsste diesen Einfluss sofort verlieren, wenn sie mit Harn vermengt würde. Die Malp. Gefässe können diesemnach entweder nur Excretionsorgane, oder nur Secretionsorgane sein. In letzterem Falle könnten sie immerhin Gallenorgane sein, aber dann müsste in dem Theile des Darmrohrs, der hinter der Einsenkung liegt, noch verdaut werden, also derselbe zur Pars digestoria noch gehören. Es vertrüge sich aber hiermit nicht, dass auch Excrete, wie Harn, gleichzeitig an derselben Stelle ergossen würden. Da nun in dem Inhalte der Malp. Gefässe Harnsäure und dadurch die excretorische Natur desselben nachgewiesen ist, so ist damit indirect der Beweis geliefert, dass sie keine Gallenorgane, auch nicht einmal theilweise, sein können. Ebenso ist damit auch dargethan, dass der Theil des Darmrohrs, der hinter der Einsenkung dieser Excretionskanäle folgt, unmöglich mehr der Verdauung dienen kann, vielmehr der Pars egestoria des Nahrungsschlauches der Wirbelthiere oder genauer der Cloake der letzteren in soweit entspricht, als darin die unverdauten Ueberreste der Nahrungsmittel mit dem Harn sich ansammeln, um nach aussen abgesetzt zu werden. Bei manchen Insecten (z. B. Scutellera) vereinigen sich die Malp. Gefässe in eine Blase — also eine Art Harnblase — die auf dem Rectum aufsitzt (Fig. 239 b).

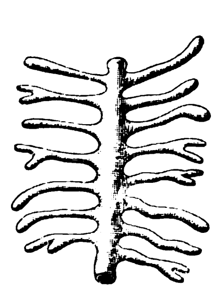


Fig. 239 a. Ein Stück der Malpighi'schen Gefässe des Maikäfers mit blinddarmförmigen Anhängen (nach Strauss-Dürckheim).

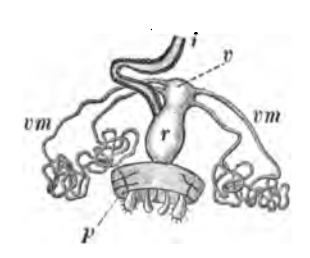



Fig. 239 b. Malpighi'sche Gefässe (vm) von Scutellera nigrolineata (nach Léon Dufour). v Vesica urinaria. i Darm. r Rectum. p Ende des Hinterleibs.

Leidig*) war es insbesondere, welcher, veranlasst durch die bei vielen Insecten (Gryllotalpa, Cetonia aurata, Phryganea grandis, Blatta lapponica,

*) Vergl. dessen Histologie. S. 472.

Carabus auratus, Melolontha vulgaris) gemachte Wahrnehmung eines, theils gelblichen, theils weisslichen Inhaltes der Vasa Malpighiana, — die Meinung äusserte, dass die gelblichen M.'schen Gefässe doch wohl Gallenorgane sein könnten, und nur diejenigen mit weisslichem Inhalte als Harngefässe zu betrachten seien.

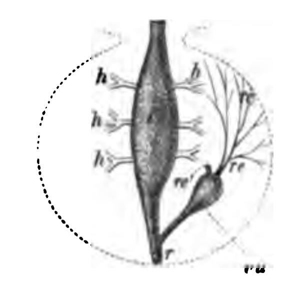



Fig. 240. Harngefässe bei den Spinnen. i Darm. h Lebergänge. re Harngefässe. re' Das Stämmchen linkerseits abgeschnitten. vu Vesica urinaria. r Rectum.

Zu derselben Vermuthung wurde unter Andern schon früher G. Carus durch den Umstand geführt, dass bei manchen Insecten die M.'schen Gefässe an verschiedenen Stellen in den Darm sich einsenken.

Auch Strauss-Dürckheim machte an den M.'schen Gefässen des Maikäfers eine Unterscheidung von 4 Gallengefässen, die, grösstentheils den vorderen Theil des Nahrungsschlauches umlagernd, mit seitlichen blinddarmförmigen Anhängen besetzt sind und von Harngefässen, deren zwei um den hintern Theil des Darmes liegen, glattwandig sind und in das Ende des letzteren einzumünden scheinen.

Sollte Letzteres sich überall da bestätigen, wo die Vasa Malpighiana verschiedene Form und verschiedenen Inhalt zeigen, so könnte man allerdings die Möglichkeit nicht abweisen, dass denselben verschiedene secretorische Leistungen oblägen, sonach die einen als gallenbereitende, die andern als harnabsondernde Gebilde immerhin angesprochen werden könnten. Die Ansicht aber, dass auch dann noch beiderlei Leistungen denselben zukämen, wenn eine verschiedene Einsenkung derselben in das Darmrohr nicht besteht und nur der Inhalt der Kanälchen an verschiedenen Stellen ein verschiedenes Aussehen hat, oder dieselben an einer Stelle glattwandig sind, an der andern dagegen blinddarmförmige Ausbuchtungen tragen, — halte ich aus Gründen, die oben schon angedeutet wurden, für jetzt noch nicht berechtigt, angenommen zu werden.

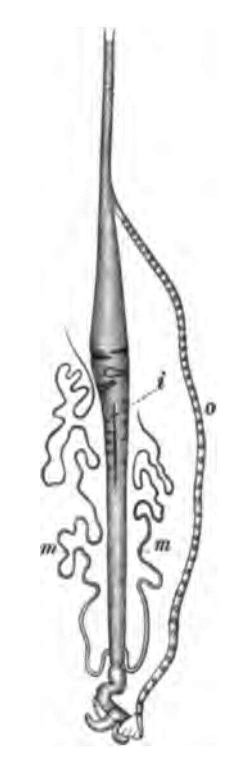



Fig. 240a. Malpighi'sche Gefässe (m) bei Scolopendra morsitans. i Tractus intestinalis. o Ovarium.

Bei den Crustaceen konnten bis jetzt noch keine Harnorgane aufgefunden werden. Vielleicht sind Blindschläuche bei Pagurus, Maja, Palaemon u. a., welche in den Endtheil des Darmes einmünden und zwei grünliche Drüsenschläuche, welche bei Decapoden jederseits im Cephalothorax liegen, mit vielfachen Windungen in einen blasig erweiterten Ausführungsgang sich fortsetzen und in der das Riechorgan überziehenden Haut

ausmünden, als Aequivalente von Harnorganen zu betrachten. Indess liegen noch keinerlei Beobachtungen vor, welche irgend solche Vermuthung stützen könnten.

Myriapoden und Arachniden dagegen besitzen Harnorgane und

**Fig. 241.** Anatomie von *Distoma polymorphum* (nach Stein bei V. Carus, Icones Zootomicae). *os* Mundsaugnapf. *s* Bauchsaugnapf. *ph* Pharynx. *oe* Oesophagus. *i* Die beiden Darmschenkel. *vu* Contractile Blase des gefässartigen Excretionsorgans. *vu′* Ausmündung am hinteren Körperende. *re* Hintere Enden der Kanälchen des Excretionsorgans (das nicht ganz ausgezeichnet ist). *t* Hoden. *df* Samenleiter. *vs* Samenblase (vesicula sem. anterior v. Siebold, mit Samenfaden gefüllt). *p* Musculöser Penisbeutel mit durchscheinendem gewundenem Penis. *g* Männliche Genitalöffnung. *g′* Weibliche Genitalöffnung. *gc* Gemeinsamer Porus genitalis. *va* Vagina. *ut* Uterus, reife Eier enthaltend. *ut′* Hinteres engeres Ende desselben, das in das Receptaculum seminis (*rs*) (hintere Samenblase v. Siebold's), das auch Samenfäden enthält, sich erweitert. *ov* Keimstock, worin die Bildungsdotter sich bilden, welche durch den gewundenen Kanal (*od*) an der Mündung des Receptaculum seminis vorbeigeführt und hier befruchtet werden. Darauf erhalten sie durch den Kanal (*vi″*) eine Umhüllung von Nahrungsdotter, welcher in den Dotterstöcken (*vi*) gebildet wird, deren Ausführungsgänge (*vi′*) zu dem gemeinsamen Gange (*vi″*) zusammenfliessen.

stimmen dieselben ganz mit denen der Insecten überein, in soweit wenigstens, als sie auch hier aus, den Malpighi'schen Gefässen ähnlichen, langen, einfachen oder auch verästelten Canälen bestehen, die in der Leibeshöhle um den Darm liegen, und in dessen Endabschnitt sich einsenken. Bei den Araneen verbinden sie sich in zwei Ausführungsgängen, die in das erweiterte Ende des Darms (*Rectum*, *Cloake*) — oder vorher auch in eine Art Harnblase einmünden, die ihrerseits sodann in jenes sich eröffnet (Fig. 240 *re*).

Die Tardigraden und Pycnogoniden liessen indess bis jetzt noch keine Harnorgane erkennen. Bei den Milben dagegen sind solche wieder vorhanden und stellen zwei lange, gewundene oder gerade verlaufende oder auch büschelförmig geordnete Blinddärmchen dar.

Bei den Myriapoden sind die Harnorgane durchaus den Malpighi'schen Gefässen der Insecten ähnliche, einfache Kanäle, die zu zwei oder vier in den Darm sich einsenken (Fig. 240 a).

**2. Harnorgane der Würmer.**

Hier sind besondere Harnorgane mit Bestimmtheit noch nicht gefunden. Wenn man in Erwägung zieht, dass diesen Thieren auch die Athmungsorgane entweder fehlen oder dieselben doch sehr mangelhaft entwickelt sind und die weiche Körperhaut deren Stelle vertritt, so kann es eigentlich nicht sehr befremden, wenn man auch keine Harnorgane vorfindet, da ja möglicher Weise die Haut die Stätte abgibt, wo Auswurfsstoffe aus dem Körper ausgeschieden werden.

Fig. 242. Tetrastema obscurum (aus V. Carus, Icon. zootom. entnommen). *o* Mündung, durch welche der Rüssel hervorgestreckt wird. *m* Rüssel, der bis *m'*, wo das Stilet mit den Reservespitzen sich bindet, umgestülpt werden kann. Der Rüssel liegt in einer Scheide des Darmrohres (*i*). *a* After. Der spaltförmige Mund liegt an der Bauchseite, vom Rüssel verdeckt. *m''* Rüsselmuskel. *vs* Drei contractile Blutgefässstämme, die ohne Verästelung vorn und hinten in einander übergehen und während des Lebens abwechselnd rhythmisch sich zusammenziehen. *r* Wassergefässe, durch den ganzen Körper sich verästelnd und an vielen Stellen innen wimpernd. *r'* Aeussere Mündungen derselben.

Indess kommen bei den meisten Würmern doch schlauchförmige Gebilde und Kanalsysteme, die im Körper selbst sich verästeln, vor, die bald am hintern Leibesende (Fig. 241), bald an den Seiten des Körpers (Fig. 242) nach aussen münden, und sicherlich

im Dienste der Aussonderung von Auswurfsstoffen stehen, und wenn sie auch keine wirklich harnausscheidende Organe sind, doch als deren Stellvertreter angesehen werden dürfen.

Bei den **Ringelwürmern** stellen diese schlauchförmigen Gebilde zusammen-geknäuelte oder schleifenartige Kanäle dar, welche in den meisten Körpersegmenten regelmässig auf beide Seiten vertheilt sind. Durch eine innere bewimperte Mündung pflegen sie mit der Leibeshöhle in Verbindung zu stehen, mit einer äusseren öffnen sie sich an der Körperoberfläche. Erstere fehlt bei manchen Ringelwürmern (Hirudo), so dass sie nach innen blind geschlossen sind.

Es unterliegt keinem Zweifel, dass alle diese schlauchförmigen Gebilde nicht ausschliesslich excretorische Functionen haben, sondern durch Vermittelung einer Wasser-Ein- und Ausfuhr auch wohl den respiratorischen Vorgängen dienstbar sind. Bei vielen Ringelwürmern tritt ein Theil der sog. Schleifenkanäle sogar zum Geschlechtsapparat in nähere Beziehung, indem eine Anzahl derselben zu Ausfuhrswegen der Keimproducte, zu Samen- und Eileitern verwendet werden.

### 8. Harnorgane der Mollusken.

Mit Ausnahme der meisten Tunicaten besitzen alle übrigen Mollusken Organe, die man als Excretionsorgane, ja speciell als Harn ausscheidende um so mehr zu betrachten berechtigt ist, als in vielen der Nachweis von Harnsäure geliefert ist. Sie stellen Hohlgebilde dar, die mit einer äussern Oeffnung an der Körperoberfläche ausmünden, durch eine innere mit der Leibeshöhle in Verbindung stehen. Bemerkenswerth ist die Beziehung, in welche diese Organe zum Geschlechts- und Blutgefässapparat treten. Erstere gibt sich darin kund, dass die äussere Oeffnung meistens in der Nähe der Geschlechtsöffnung liegt, oder mit ihr selbst zusammenmündet, so dass letztere auch zur Ausfuhr der Geschlechtsprodukte benützt wird. Die Beziehung zum Blutgefässapparat macht sich einestheils durch seine Lage in der Nähe des Herzens und Athemorganes, und anderntheils dadurch wahrnehmbar, dass seine Höhle durch besondere Oeffnungen mit dem, das Herz umgebenden Pericardialsinus in Verbindung zu stehen pflegt.

Form und Bau des zwischen äusserer und innerer Oeffnung liegenden Abschnittes dieser Hohlgebilde zeigt mancherlei Verschiedenheiten. Wo sie entschieden zur Ausscheidung von Auswurfsstoffen dienen, ja Harnsäure darin nachweisbar ist, kann die Wandung desselben einen mehr oder weniger drüsigen Bau annehmen und auf der innern Oberfläche ein Beleg von Secretzellen tragen. Mitunter tritt indess die secretorische Function mehr in Hintergrund, um andern Anforderungen besser genügen zu können. Dann ändert sich auch jeweils die Form des ganzen Organs und der Bau seiner Wandung. Von anderweitigen Leistungen, welche diesem Organ noch über-

wiesen sein können, muss besonders der Wassereinfuhr in den Körper, welche durch sie vollzogen wird, hier gedacht werden, die nicht allein im Dienste der Excretion, sondern wohl auch in dem der Blutverbesserung und der Athmung erfolgt. Durch die Verbindung mit der Blutgefässhöhle kann dadurch Wasser dem Blute zugeführt, aber auch anderseits Blut direct nach aussen entlassen werden. Wo die Geschlechtsprodukte ihren Weg durch diese Hohlgebilde nehmen, mag das aufgenommene Wasser zur leichteren Ausführung jener nach aussen dienen.

Bei den Lamellibranchiaten sind die sog. Bojanus'schen Organe die Harnorgane, welche paarig zwischen Herz und Kiemen liegen, bräunliche Säcke mit schwammigen Wänden darstellen, die von zahlreichen venösen Bahnen durchströmt sind und deren Höhle, mit Harn absondernden Secretzellen belegt, einerseits mit der Höhle des Herzbeutels communicirt, anderseits aber durch eine, den Ausführungsgang darstellende Oeffnung am Grunde der Kiemen, neben der Genitalöffnung oder mit dieser zusammen, durch einen länglichen Schlitz in die Mantelhöhle nach aussen führt.

Bei den Cephalophoren ist ziemlich allgemein der Nachweis von solchen Organen geliefert, welche den Nieren vergleichbar sind und meistens zwischen Kiemen und Herz ihre Lage haben.

Bei vielen (Pteropoden, manchen Heteropoden (Atlanta, Pterotrachea) Abranchiaten (Actaeon) und Gymnobranchiaten (Polycera) tritt allerdings die wassereinführende Thätigkeit so sehr in den Vordergrund, dass die excretorische Leistung derselben weniger bemerkbar wird. Aber um so entschiedener macht sich die excretorische Bedeutung bei den Gasteropoden geltend, wo der Nachweis von Harnsäure, die in der Höhle gebildet wird, meistens keine grosse Schwierigkeiten macht. Diese Harnorgane treten in Form eines sackartigen Gebildes auf, aus dessen Höhle, die an ihrer Innenfläche viele vorspringende Falten und Blätter trägt, die Fächer bilden und mit Secretzellen bekleidet sind, — ein Ausführungsgang hervorführt, der neben dem Rectum laufend, nahe beim After in die Mantelhöhle ausmündet. Das Organ ist meistens unpaar, von gelblicher oder bräunlicher Farbe, und liegt bei den Lungenschnecken nahe beim Herzen in der Athemhöhle.

Das Harnorgan der Cephalopoden ist paarig, wird von den, aus sinuös erweiterten Gefässzotten, Muskelfasern und Bindegewebe bestehenden traubigen oder lappigen Venenanhängen (Fig. 222) der beiden Hohlvenenäste gebildet, welche wie ein grosser Glomerulus in eine birnförmig gestaltete, neben dem After auf einer Papille nach aussen mündende Höhle hineinragen, deren innere Oberfläche mit einer Lage von Secretzellen bekleidet ist. Ob auch hier, wie sonst, eine Verbindung mit der Höhle des Blutgefässsystems bestehe, ist noch nicht sicher gestellt.

### 4. Harnorgane der Echinodermen.

Eigentliche harnabsondernde Organe sind bei den Echinodermen nicht bekannt. Allein sowohl bei den Asteroiden als Holothurien finden sich Drüsengebilde vor, welche nahe beim After oder in das zu einer Cloake erweiterte Ende des Darms ausmünden (Cuvier'sche Organe) und sonach eine excretorische Function zu haben scheinen. Auch die sog. Lungenbäume der Holothurien scheinen wesentlich eine excretorische Bedeutung zu haben. Allein die Ausscheidung von Harnbestandtheilen konnte noch nicht beobachtet werden.

### 5. Harnorgane der Coelenteraten und Protozoën.

Bei den Ctenophoren und Hydromedusen scheinen die Harnorgane, wie überhaupt jedes Excretionsorgan, zu fehlen. Nur bei Porpita findet sich in dem scheibenförmigen Stamme der Colonie ein weissliches, schwammiges Organ als ein Excretionsorgan vor, in dem Kölliker Guanin vorfand.

Nur sehr vereinzelt, wie z. B. bei den Actinien, kommen Excretionsorgane vor, die man für den Harnorganen der höheren Thiere analoge Gebilde ansieht, nämlich die Mesenterialfäden, die concrementartige Ausscheidungen, besonders gegen das Ende des Fadens hin, enthalten.

Bei Protozoën fehlen, wie es scheint, jede Art von Excretionsorganen und sonach auch die Harnorgane.

---

## 6. Besondere Absonderungsorgane.

Acherson, Ueb. d. Hautdrüsen d. Frösche, in Müller's Archiv. 1840. S. 15. — Bächtold (v. Rapp), Untersuchungen üb. d. Giftwerkzeuge d. Schlangen. Tübingen 1843. — v. Baer, Ueber d. Krebssteine, in Müller's Archiv. 1834. S. 510. — Brandt u. Ratzeburg, med. Zool. Bd. II. (Gift-Apparat der Spinnen und Bienen, Tintenbeutel der Sepien etc.). — Dieselben, Med. Zoologie. Bd. I. (Zibeth-, Castor- und Moschusdrüsen etc.). — P. Camper, Description anatomique d'un Eléphant mâle. Paris 1802. pag. 44. — V. Carus, Icones zootom. Lipsiae 1857. — Chatin, Recherches pour servir à l'histoire anatomique des glandes adorantes des mammifères, in Ann. de sc. nat. 5me Tom. 19. Artic. 1. — Eckhard, Ueber d. Hautdrüsen d. Kröten, in Müller's Archiv. 1849. S. 425. — Géné, Memoires de l'acad. de sc. de Turin 1834. — Karsten, in Müller's Archiv. 1848. S. 367. — Derselbe, ebenda 1852. S. 73. — F. Klein, De sinu cutaneo ungulorum Ovis et Caprae. Berolini 1830. — Leydig, Zur Anatomie der Geschlechtsorgane und Analdrüsen der Säugethiere, in der Zeitschrift f. w. Zoologie. Bd. I. S. 1. — Matteucci, Leçons sur les phénomènes physiques de corps vivants. Paris 1847. p. 151. — Derselbe, in Froriep's Notizen. Nr. 583. — C. Mayer, Analecten für vergl. Anat. Heft 2. — Fr. Meckel, Ornithorhynchi paradoxi descriptio anatomica. Lipsiae 1820. S. 54. — H. Meckel, Micrographie einiger Drüsenapparate niederer Thiere, in Müller's Archiv. 1841. S. 220. — C. F. Meissner, De Amphibiorum quorundam papillis glandulisque femoralibus. Basil. 1833. — J. Müller, De glandularum secernentium structura. Lipsiae 1830. — Derselbe, Beiträge zur Anatomie des Scorpions, in Meckel's Archiv für Anatomie. 1828. S. 52. — Nitsch,

System der Pterylographie. Halle 1840. S. 54. — H. Oeffinger, Der feinere Bau der Spinnorgane v. Epeira, in M. Schultze's Archiv f. m. Anat. Bd. 2. S. 1. — R. Owen, Monotremata in Todd's Cyclopädia. — Peters, Ueber Moschusdrüsen bei Schildkröten, in Müller's Archiv. 1848. S. 492. — Derselbe, Nachtrag dazu, ebenda. 1849. S. 272. — Derselbe, in Müller's Archiv. 1841, S. 220. — Rapp, in Müller's Archiv. 1839. S. 189. — Tiedemann, Beschreibung d. Hautdrüsen einiger Thiere, in Meckel's Archiv f. Phys. Bd. 2. S. 112. — R. Wagner, Icones zootom. Lipsiae 1840. — Derselbe, Ueb. d. Nesselfäden d. Tubularia, in Müller's Archiv. 1848. S. 195.

Bei fast allen Thierklassen kommen, ausser den im Vorausgehenden erörterten Excretionsorganen, noch besondere Absonderungsorgane vor, deren Absonderungsprodukt nicht die Bedeutung eines Excretes, sondern Secretes hat, da es nach seiner Ausscheidung aus dem Körper noch zu bestimmten Zwecken verwendet wird. Wofür alle derartigen im einzelne Falle dienen, ist allerdings nicht immer ganz sicher gestellt.

Allein da, wo der Zweck erkenntlich geworden ist, dient das Secret entweder einem Thiere zur Vertheidigung und zum Schutze gegen verfolgende Feinde und dgl., überhaupt gegen Einwirkungen, welche seine Existenz gefährden, oder unterstützt die Beischaffung der Nahrungsmittel, oder steht zu den Geschlechtsthätigkeiten in Beziehung, oder, namentlich wenn es fettiger, öliger Natur ist, dient es zum Einölen oder Geschmeidigmachen der hornigen Epidermoidalgebilde, wie der Haare, Klauen, Hufen, Hörner und dgl. m.

## A. Besondere Absonderungsorgane der Wirbelthiere.

Man findet solche namentlich bei den Thieren der drei oberen Wirbelthierklassen, vor Allem aber bei den Säugethieren, bei denen kaum ein Körperbezirk sich findet, der nicht den Sitz eines solchen Absonderungs-Organes abgibt. Den Fischen scheinen indess dieserartige besondere Absonderungsorgane abzugehen.

### 1. Säugethiere.

a) Am Kopfe dieser kommen nachfolgende Absonderungsorgane vor:

α) Drüsen, welche bei den Antilopen zwischen der Basis der Hörner liegen und zur Brunstzeit anschwellen.

β) Die Occipitaldrüsen der Camele, von denen das Dromedar vier am Hinterhaupte hat.

γ) Die in einer Vertiefung des Thränenbeins liegenden Talgdrüsen bei Cervus, Ovis, Antilope, welche die s. g. Hirschthränen liefern.

δ) Die bei einigen Chiropteren über dem oberen Alveolarrande zwischen Auge und Nase liegende Gesichtsdrüse.

ε) Kleine Drüsen der Backengegend beim Murmelthier und bei Myrmecophaga didactyla.

ζ) Die zwischen Auge und Ohr liegende Schläfendrüse des Elephanten.

η) Die unter der Haut des Unterkiefers liegende Talgdrüse bei Moschus javanicus.

b) Zu den, im Bereiche des Rumpfes sich findenden Drüsen gehören:

α) Die beim Pecari auf dem Rücken des Kreuzes vorkommende Sacraldrüse, welche ein starkriechendes, moschusartiges Secret liefert.

β) Eine ähnliche Drüse liegt beim Hirsch um die letzten 8 Schwanzwirbel.

γ) Die Inguinaldrüsen mancher Nager, z. B. des Hasen u. a., die in der Nähe der Vorhaut ausmünden.

δ) Der zwischen Nabel und Vorhautmündung liegende Moschusbeutel bei Moschus moschiferus (Fig. 243), welcher dem Weibchen fehlt.

ε) Die Vorhautdrüsen mancher Nager (Mus, Cricetus u. a.).

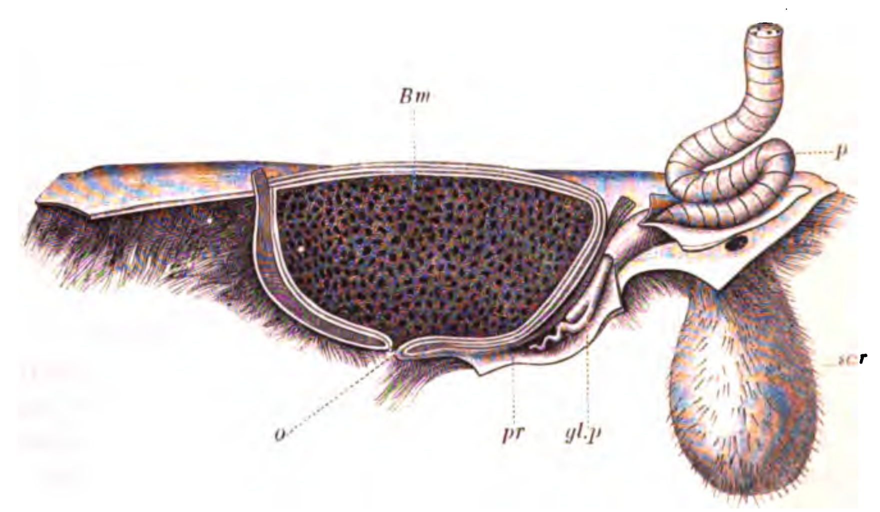



**Fig. 244.** *Bm* Moschusbeutel von Moschus moschiferus. *o* Ausmündung desselben. *p* Penis. *gl.p* Eichel. *pr* Vorhaut. *scr* Hodensack.

ζ) Die Bibergeil oder Castorsäcke des Bibers (Fig. 244), welche Ausstülpungen der Vorhaut, also Praeputialdrüsen sind, welche das Bibergeil oder Castoreum liefern und auch beim Weibchen vorhanden sind.

η) Die Dammdrüsen (*Gl. perineales*), wie solche bei dem Biber und der Zibethkatze (Viverra zibetha) vorkommen (Fig. 245) und bei letzterer das s. g. Zibeth liefern, daher sie hier Zibethdrüsen heissen. Sie stehen mit einer, in der Medianlinie liegenden, durch einen Längsspalt nach aussen mündenden Tasche — der Zibethtasche — in Verbindung, während beim Biber diese Drüsen (die sog. Oelsäcke) mit getrennten Oeffnungen am Damm ausmünden.

ϑ) Die Analdrüsen, auch Analsäcke genannt, wie sie bei den Nagern, Carnivoren, Insectivoren, Beutelthieren, Edentaten, Monotremen vor-

kommen und, meistens eine fettige, ölartige, oft starkriechende Substanz absondernd, in die Afteröffnung oder in deren Nähe ausmünden.

c) An den Gliedmassen der Säugethiere vorkommende Drüsen.

α) Die Schenkeldrüse des Schnabelthieres, welche von 3-eckiger Form ist, an der Aussenseite des Oberschenkels liegt und ihren Ausführungs-Gang zur inneren Seite der Ferse bis gegen das Sprungbein hinabführt, um den hornartigen Sporn, an dessen Basis er blasig anschwillt, zu durchbohren und ähnlich, wie der Ausführungsgang der Giftdrüsen der Schlangen den Giftzahn durchbohrt, an seiner Spitze auszumünden (Fig. 246).

β) Die bei mehreren Wiederkäuern (Reh, Schaf, Elennthier, Rennthier u. a.) vorkommende Huf- oder Klauendrüse, welche eine fettige Substanz absondert und dieselbe oberhalb der Hufspalte durch ihren Ausführungsgang ausführt (Fig. 247).

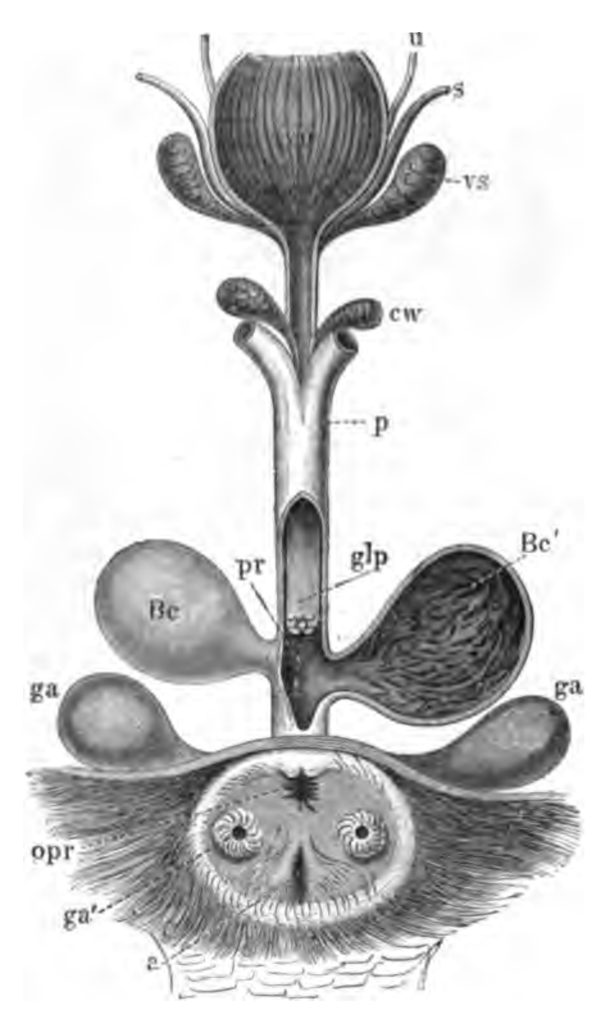



**Fig. 244.** Männlicher Geschlechtsapparat mit den Castorsäcken vom Biber (nach Brandt u. Ratzeburg). *vu* Harnblase. *u* Harnleiter. *s* Vas deferens. *vs* Samenblase. *cw* Cowper'sche Drüse. *p* Penis. *glp* Eichel. *pr* Praeputium. *opr* Praeputialöffnung. *Bc* Castorbeutel. *Bc'* Derselbe geöffnet. *ga* Damm- oder Analdrüsen, ein öliges Secret liefernd, daher die Oelsäcke genannt. *ga'* Mündung ihres Ausführungsganges. *a* Afteröffnung.

## 2. Vögel.

Bei diesen ist die Zahl der besonderen Absonderungsorgane schon wesentlich kleiner.

a) Am Kopfe ist nur die, bei Wasservögeln stark ausgebildete Supraorbitaldrüse anzuführen.

b) Am Rumpfe:

α) die nur bei den Brevipennen fehlende Schwanz- oder Bürzeldrüse (*Gland. uropygii*) (Fig. 248), welche über den letzten Schwanzwirbeln an den Spulen der Schwanzsteuerfedern liegt. Ihr Secret ist ein gelbliches oder weisses Fett, welches durch Einölen der Federn zum Schutze gegen das Nasswerden derselben dient. Sie besteht eigentlich aus zwei Drüsen, die in der Mitte zusammenstossen.

β) Der Beutel des Fabricius (*Bursa Fabricii*) ist eine hinter der Cloake liegende Blase, welche zwischen den Harnleitern, harnblasenähnlich, in diese einmündet (Fig. 249). Da indess in ihr kein Harn angetroffen wird, so muss man sie als ein, den Analdrüsen der Säugethiere analoges Organ betrachten.

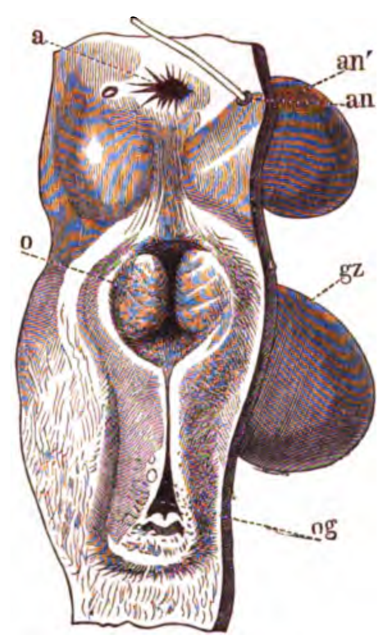



**Fig. 245.** Die Zibethtaschen von der Zibethkatze (*Viverra Zibetha*) (nach Brandt-Ratzeburg). *a* After. *an* Analdrüsen. *an'* Ausmündung derselben. *gz* Zibethdrüse. *o* Ausmündung derselben. *og* Weibliche Genitalöffnung.

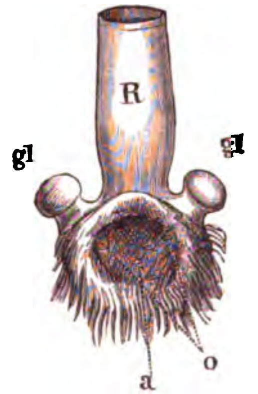



**Fig. 245 a.** Analdrüsen vom Fuchs (*Canis vulpes*). *a* Anus. *R* Rectum. *gl* Analdrüsen. *o* Mündungen derselben beiderseits im After.

## 3. Amphibien.

Bei diesen sind die Absonderungsorgane wieder häufiger und zeichnen sich insbesondere durch starken Geruch oder Schärfe, ja selbst giftige Beschaffenheit ihres Secretes aus.

a) Von den am Kopfe vorkommenden Drüsen sind nachfolgende vorzugsweise anzuführen:

α) die Moschusdrüse beim Krokodil, ein dickwandiger Beutel, welcher unter der Haut in der Mitte

jeder Seitenhälfte des Unterkiefers liegt und eine gelbliche, fettige, nach Moschus riechende Substanz liefert; die Drüsenfollikeln bilden seine dicke Wandung.




Fig. 246. Die Schenkeldrüse vom Schnabelthier (*Ornithorhynchus paradoxus*). *gl* Drüse. *d* Ausführungsgang. *sp* Sporn, von dem Ausführungsgang durchbohrt.

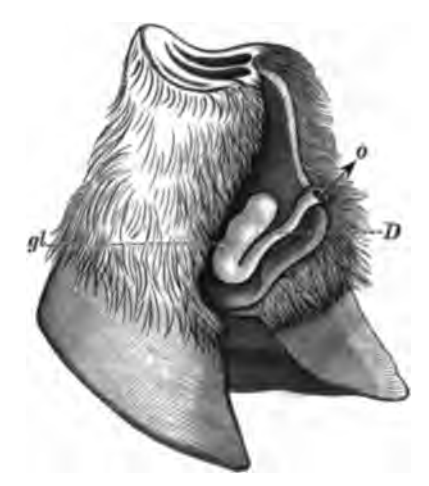



Fig. 247. Die Hufdrüse vom Schafe. *gl* Die Drüse. *D* Der Ausführungsgang. *o* Mündung desselben.

$\beta$) die Ohrdrüsen bei Bufo, Salamandra maculata u. a., welche eine scharfe, milchige Flüssigkeit absondern, die bei Reizung des Thieres sogar in einem Strahl ausgespritzt werden kann.

$\gamma$) die Giftdrüse bei den Schlangen, welche die Stelle der Oberkieferdrüse der nichtgiftigen Schlangen einnimmt und deren Ausführungsgang den Giftzahn durchbohrt, um in dessen Spitze auszumünden (vergl. Fig. 238).

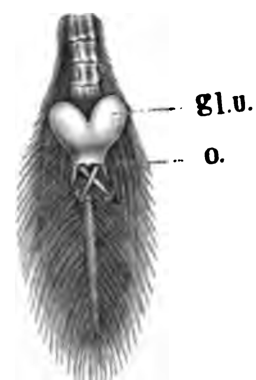



Fig. 248. Die Bürzeldrüse von der Gans (*Anas anser*). *gl.u* Drüse. *o* Ausmündung.

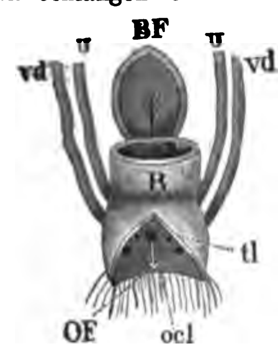



Fig. 249. Kloake mit der Bursa Fabricii (*BF*) von einem Vogel. *R* Rectum. *tl* Kloake. *ocl* Kloakenöffnung. *BF* Bursa Fabricii. *OF* Ausmündung derselben. *u* Ureter, *vd* Vas deferens.

b) Zu den am Rumpfe der Amphibien befindlichen Drüsen gehören:

$\alpha$) die Rückendrüsen bei Salamandra maculata, welche bei-

derseits der Mittellinie des Rückens unter der Haut liegen und, gleich den Ohrdrüsen, eine scharfe milchähnliche Flüssigkeit absondern, die, wie bei jenen, bei Reizung des Thieres ausgespritzt werden kann und offenbar bei feindlichen Angriffen zum Schutze des Thieres dient;

β) die Analdrüsen bei Schlangen, Sauriern und Cheloniern, welche einen übelriechenden Saft absondern, der neben dem After nach aussen entleert wird.

## B. Besondere Absonderungsorgane der Wirbellosen.

Auch bei diesen sind solche Organe sehr verbreitet. Bei vielen entfaltet zwar schon die äussere Haut eine nicht geringe absondernde Thätigkeit, ohne dass besondere Drüsenapparate dafür nachweisbar wären. Indess, wo die zu liefernden Secrete wichtige Zwecke erfüllen, sei es, dass sie als Gifte zum Schutze und zur Vertheidigung gegen verfolgende Feinde dienen, oder zur Beischaffung der Nahrungsmittel behülflich sind, oder sei es, dass sie das Material zu schützendem Gehäuse des Körpers liefern oder zu den Geschlechtsthätigkeiten in irgend welcher Beziehung stehen (und in diesen Fällen eigenthümliche besondere Bestandtheile enthalten müssen, um die Zwecke erfüllen zu können, wofür sie berechnet sind —), da pflegen auch besondere drüsige Organe zu ihrer Absonderung nicht zu fehlen. Auch haben sie, wie bei den Wirbelthieren, an den verschiedenen Körperbezirken ihre Lage, obschon der Rumpf derjenige ist, welcher die weitaus meisten birgt.

Die Arthropoden sind am reichlichsten mit besonderen Absonderungsorganen versehen, weniger schon die Mollusken und Würmer, und bei den noch niedriger stehenden Klassen der Wirbellosen werden sie noch seltener und mangeln bei vielen ganz.

### 1. Insecten.

Von den zahlreichen drüsigen Bildungen, welche bei diesen vorkommen, seien nachfolgende hier erwähnt:

a) Der Giftapparat der Hymenopteren (Apis, Vespa u. a.), womit die Weibchen ausgerüstet sind und der aus 2 langgewundenen Schläuchen (Fig. 250) besteht, die in eine Blase — Giftblase — (*v*) zusammenfliessen, deren Ausführungsgang (*d*) in einen am hintern Leibesende befindlichen Stechapparat ausführt (*sp*). Die Weibchen bedienen sich desselben, um damit andere Insecten zu tödten, die sie neben die gelegten Eier deponiren, um den aus diesen ausschlüpfenden Jungen die nöthige Nahrung zu gewähren.

b) Die Speicheldrüsen der Wanzen (s. Fig. 97 *gl*), welche eine scharfe oder giftige Flüssigkeit absondern und sonach auch gleichsam Gift-

drüsen sind. Bei den Wanzen kommen auch noch im Abdomen liegende Drüsen (*Gl. odoriferae*) vor, welche zwischen den Mittel- und Hinterbeinen ausmünden. Aehnliche Drüsen auch bei manchen Käfern, z. B. Cerambyx moschatus, wo sie im Metathorax liegen und vor der Basis des dritten Fusspaares ausmünden.

c) Die beutelförmigen Drüsen der Processionsraupe (*Bombyx processionea*), welche mit den Haaren in Verbindung stehen und Ameisensäure absondern. Daher, wenn die leicht abbrechenden Haare in die Haut eindringen und eine kleine Wunde veranlassen, leichte Entzündung der Haut bewirkt wird.

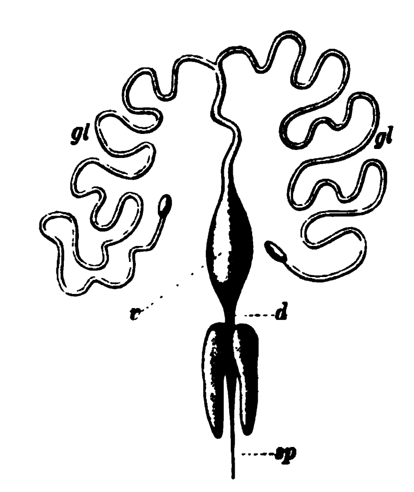



Fig. 250. Gefässapparat der Biene (*Apis mellifica*) (nach Brandt und Ratzeburg). *gl* schlauchförmige Drüse. *v* Blasiger Behälter, zu dem sich der gemeinsame Gang erweitert. *sp* Stachel zum Verwunden.

d) Die Leuchtorgane mancher Käfer, wie der Elateren, Lampyriden, welche drüsige Bildungen sind, die am Thorax (Elateren) oder Abdomen (Lampyriden) liegend, zum Behufe des leichteren Auffindens des andern Geschlechtes in der Begattungszeit ein phosphorescirendes Secret absondern.

e) Die Analdrüsen der Käfer, Orthopteren u. a. (s. Fig. 96 *gla*), welche denen der Wirbelthiere analog, ein meistens starkriechendes, oft selbst scharfes, ätzendes Secret zu beiden Seiten der Afteröffnung ausscheiden.

f) Die Spinnorgane der Insectenlarven, besonders der Lepidopteren, welche aus zwei langen, dickwandigen, neben dem Nahrungsschlauche, hinter den Speicheldrüsen, liegenden Drüsenschläuchen bestehen, die unter der Mundöffnung in eine hornige Warze der Unterlippe ausmünden (Fig. 251).

### 2. Arachniden.

Bei diesen sind vor Allem die Giftapparate und Spinnorgane zu erwähnen.

a) Die Giftapparate, welche bei den Spinnen (s. Fig. 98 *glv*) im Cephalothorax, bei den Scorpionen (s. Fig. 88 *spv*) im Schwanzende liegen, bestehen aus einer Giftdrüse, deren Ausführungsgang bei den Scorpionen einen vom letzten Schwanzgliede getragenen Stachel durchbohrt, während derselbe bei den Spinnen den klauenförmigen Fühlerkiefer, dem Giftzahne der Schlangen analog, perforirt.

b) Der Spinnapparat der Araneen, welcher 1) aus den

Spinndrüsen, 2) den Spinnwarzen und 3) den Spinnröhrchen besteht.

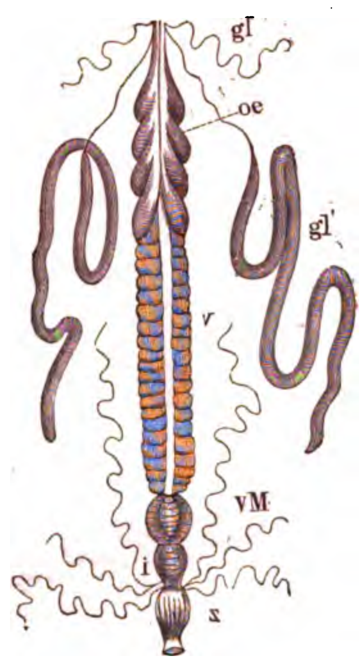



Fig. 251. Darmkanal der Raupe des Fichtenspinners (*Bombyx pini*) mit den Spinngefässen (nach Suckow). *oe* Oesophagus. *v* Magen. *vm* Muskelmagen. *i* Darm. *r* Rectum. *vM* Vasa malphighiana. *gl* Speicheldrüsen. *gl'* Spinndrüsen.

Die Spinndrüsen, s. g. Spinngefässe, welche betreffs der Zahl, Form und Anordnung Verschiedenheiten zeigen, liegen zwischen den Eingeweiden des Abdomen und münden am hintern Leibesende unter dem After, an den Spinnwarzen, nach aussen (Fig. 252). Es lassen sich meistens fünf Paar verschiedene Drüsen unterscheiden, die aber nicht bei allen Arten vorhanden sind; nur die Kreuzspinne besitzt sie vollständig. Nach den verschiedenen Formen werden von H. Meckel die Drüsen unterschieden in

1) Glandulae aciniformes,
2) „ ampullaceae,
3) „ tubulosae,
4) „ aggregatae,
5) „ tuberosae (varicosae).

Ihr Secret, der Spinnstoff, ist eine glashelle, zähe Flüssigkeit, welche nach ihrem Austritt aus den Spinnwarzen an der Luft sofort erhärtet.

Die Spinnwarzen, deren Zahl zwischen 4—6 variirt, stellen stumpfe Kegel dar, die 2—3-gliedrig oder auch ungegliedert sind und deren Gipfel das eigentliche Spinnfeld trägt, auf welchem eine grosse Anzahl feiner horniger Röhrchen als Fortsetzung der Spinngefässe hervorstehen, durch welche die einzelnen Fäden austreten, um zu einem grösseren Faden verbunden zu werden.

Die Zahl der Spinnröhrchen ist nach den Arten, dem Geschlecht und Alter sehr ungleich; manche Spinnen haben nur ein oder einige hundert, andere dagegen, wie Epeira, über 1000 Spinnröhrchen. Der von dem Spinnstoff gebildete Faden ist demnach ein aus um so mehr einzelnen feinen Fäden zusammengesetzter, je grösser die Zahl der Spinnröhrchen ist.

### 3. Myriapoden.

Hier sind besonders die Scolopendren zu erwähnen, deren Speicheldrüsen ein giftiges Secret bereiten, also auch eine Art Giftdrüsen sind. Andere, wie z. B. Julus, tragen auf dem Rücken Drüsen, welche starkriechende, ölartige Stoffe ausscheiden.

### 4. Crustaceen.

Der Flusskrebs (Fig. 100 *bl*) und auch der Hummer besitzen Drüsensäckchen, welche die, überwiegend aus kohlensaurem Kalk bestehenden, s. g. Krebssteine oder Krebsaugen liefern und rundliche Taschen darstellen, die neben der Pars cardiaca des Magens ihre Lage haben. Beim Schalenwechsel, wobei auch die innere Magenhaut sich abstösst, fallen diese Krebssteine in die Magenhöhle, um darin allmälig aufgelöst zu werden und der Saftmasse des Körpers die für die Bildung der neuen Schale nöthige Menge von Kalksalzen zuzuführen.




**Fig. 252.** Spinndrüsen der Kreuzspinne (nach Meckel). *gl* Die Spinndrüsen, von verschiedener Form. *p* Eine Spinnwarze, an welcher, besonders an deren Gipfel die Ausführungsgänge mit zahlreichen Oeffnungen (den sog. Spinnröhrchen) nach aussen münden.

### 5. Mollusken.

Der Tintenbeutel (Tintendrüse) der Cephalopoden (Dibranchiaten) (Fig. 106 *gl.a*), dessen Secret (die Sepia der Maler) eine schwarzbraune Flüssigkeit ist und dazu dient, durch Trübung des Wassers sich der Verfolgung eines Feindes leichter zu entziehen, — ist ein der Gallenblase ähnlich geformtes Absonderungsorgan, das auch in die Leber eingelegt ist und mündet mit seinem Ausführungsgange meistens neben dem After in den Trichter, bisweilen auch in das Rectum aus.

### 6. Würmer.

Die Röhrenwürmer besitzen Hautdrüsen, aus deren Secret das röhrige Gehäuse gefertigt wird, in welches sie ihren Körper bergen. Werden, wie bei manchen, zum Aufbau dieser Röhre noch fremde Theile, wie Sandkörner, harte Pflanzentheile u. dgl. zu Hülfe genommen, so gibt das erhärtende Drüsensecret den Kitt oder Leim ab, durch den diese Stoffe verbunden werden.

Ueberhaupt kommen bei Würmern verschiedene drüsige Bildungen vor, von denen jedoch nicht immer die Bestimmung mit Sicherheit angegeben werden kann. So hat Lumbricus olidus unter der Haut liegende Drüsensäckchen, welche nach dem Rücken ein stinkendes Oel ausscheiden.

# II.
# Organe, deren Thätigkeit sich auf die Erhaltung der Gattung bezieht.

## 1. Geschlechtsapparat (Organa genitalia).

Er ist bestimmt, die Fortpflanzung der Gattung zu vermitteln. Man sollte erwarten dürfen, dass alle Thiere Geschlechtsorgane besitzen, da alle ihre Gattung fortpflanzen. Und doch gibt es, namentlich wirbellose Thiere von sehr einfacher Organisation, welche solcher Organe entbehren, indem sie sich theils durch Knospung, d. h. dadurch fortpflanzen, dass von einem vorhandenen Thiere neue hervorwachsen und mit dem Stammthier entweder in Verbindung bleiben oder auch nach Erlangung einer gewissen Ausbildung sich davon ablösen können, um selbstständig fortzuleben, — theils durch Theilung die Gattung erhalten, d. h. dadurch, dass ein vorhandenes Thier in zwei oder mehrere gleichzeitig sich theilt, ohne einen Stamm zurückzulassen.

Fortpflanzung dieser Art nennt man geschlechtslose, gegenüber der durch Geschlechtswerkzeuge vermittelten, welche man geschlechtliche Fortpflanzung nennt.

Diese erfolgt dadurch, dass ein im thierischen Körper gebildeter Keim — Ei (*Ovum*) — mit einem andern thierischen Produkte, dem Samen (*Sperma*) in Berührung gebracht und dadurch ersteres zur Entwickelung eines neuen Organismus derselben Art angeregt wird.

Die Organe, in denen diese beiden Geschlechtsprodukte sich bilden. stellen die weiblichen und männlichen Geschlechtsorgane dar, je nachdem durch sie das Ei oder der Samen geliefert wird.

Gewöhnlich sind diese Organe auf zwei Individuen vertheilt, daher man weibliche und männliche Thiere unterscheidet. Doch können sie auch in ein Individuum verlegt sein, in welchem Falle man die Thiere Zwitter nennt.

Hierdurch scheint die Möglichkeit gegeben zu sein, die Gattung auch bei solchen Thieren noch zu erhalten und geschlechtlich fortzupflanzen, wenn nur ein Individuum noch vorhanden ist oder wo Aufenthalt und Organisation der Thiere die Annäherung zweier Individuen entweder unmöglich macht oder doch sehr erschwert, wie es z. B. bei Eingeweidewürmern, besonders Bandwürmern und Trematoden und den Cirripeden namentlich der Fall ist. Und in der That findet man hier, aber auch bei manchen

frei lebenden Würmern, wie Turbellarien, den Geschlechtsapparat meistens so eingerichtet, dass männliche und weibliche Zeugungsstoffe innerhalb des Körpers zusammengeführt werden können (Fig. 253).

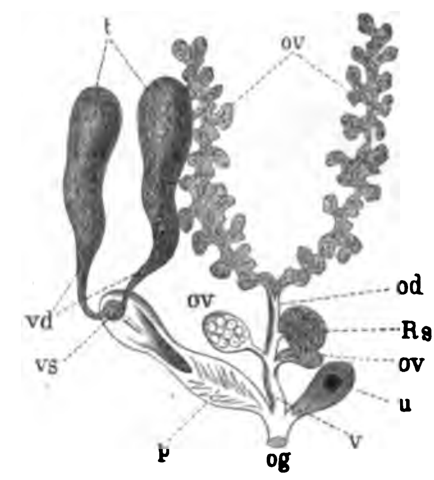



Fig. 253. Zwitterapparat von Vortex viridis. *t* Hoden. *vd* Samenleiter. *vs* Samenblase. *p* Männliches Begattungsorgan. *og* Aeussere Genitalöffnung. *v* Vagina. *u* Uterus. *ov* Ovarien oder sog. Keimstöcke. *Rs* Receptaculum seminis. *ov* (oben) Dotterstöcke. *od* Dottergang (nach Max Schultze).

Indess bei den meisten Zwitterthieren ist die Einrichtung des Geschlechtsapparates nicht der Art, dass männliche und weibliche Keimprodukte zusammen gelangen könnten (Fig. 254), vielmehr müssen zwei Zwitter-Individuen sich erst gegenseitig begatten, wenn eine Befruchtung ihrer Eier erfolgen soll (Fig. 255). Hier muss die Zwitterbildung offenbar einen andern Zweck haben und zwar unzweifelhaft den, die Zahl der, befruchtete Eier liefernden Individuen zu vergrössern, da derartige Zwitterthiere, wohin manche Würmer und die Gasteropoden gehören, meistens unter Verhältnissen leben, welche für sie, wenn ihre Gattung erhalten werden soll, eine grosse Fruchtbarkeit erforderlich machen.

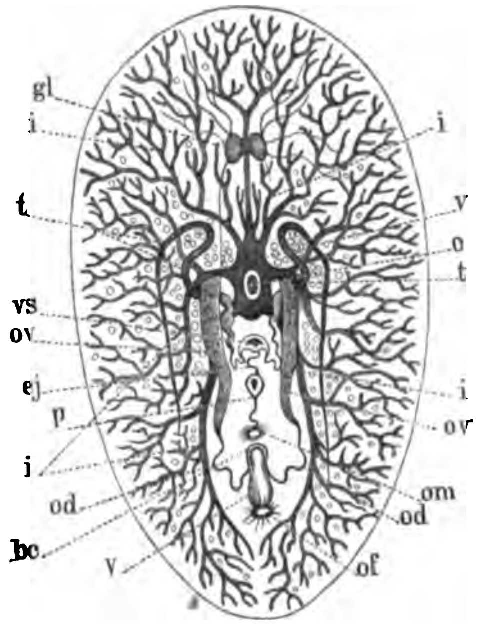



Fig. 254. Anatomie von Polycelis pallidus (nach Quatrefages). *o* Mund. *v* Magen. *i* Verästelte Därme. *om* Männliche Geschlechtsöffnung. *p* Ruthe. *ej* Ductus ejaculatorius, *vs* Samenblase, beiderseits die Samenleiter aufnehmend. *t* Hoden. *of* Weibliche Geschlechtsöffnung. *v* Scheide. *bc* Begattungstasche. *od* Eileiter. *ov* Ovarien.

Wenn die Zwitterbildung vorzugsweise bei wirbellosen Thieren angetroffen wird, so fehlt es doch auch bei Wirbelthieren nicht an Beispielen ihres Vorkommens. So findet man dieselbe namentlich bei manchen Fischen, wie z. B. bei mehreren Serranus-Arten; auch bisweilen bei Cyprinus carpio, und zwar meistens in der Art, dass auf der einen Seite die männlichen, auf der anderen die weiblichen Organe liegen.

Auch bei den Amphibien, besonders den Batrachiern, kommen Fälle von Hermaphroditismus vor.

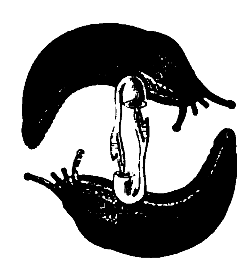


**Fig. 255.** Darstellung der gegenseitigen Begattung zweier Nacktschnecken *Arion empiricorum*). (Nach Ferussac bei Brandt u. Ratzeburg, med. Zool. Bd. II. Taf. 33.)

So findet sich bei Bufo variabilis, wenigstens bis zum dritten Jahre, neben den Hoden noch ein Paar von, wenn auch rudimentären, Eierstöcken und Eileitern vor. Aehnliches zeigen die meisten anderen Kröten (*Bufo calamita, agua cinereus*).

Ja selbst bei den Säugethieren und dem Menschen wird hier und da ausnahmsweise Zwitterbildung beobachtet.

Die Ausbildung der beiderlei Geschlechtsapparate in ein und demselben Individuum nimmt ihren Ausgang von einer foetalen Geschlechtsanlage, welche, wenn nicht allen, so doch den meisten Thieren gemeinsam zu sein scheint. Wenigstens besitzen alle Wirbelthiere mit dem Menschen eine embryonale Anlage, welche ebensowohl die Bedingungen für Aufbau des männlichen, als auch des weiblichen Apparates in sich birgt.

Je nachdem nun die einen oder die andern praevaliren, kommt es beim weiteren Vorschreiten der Entwicklung zur Ausbildung des einen oder des andern Geschlechts, d. h. es entwickelt sich aus der, gewissermassen indifferenten Geschlechtsanlage ein bestimmtes Geschlecht hervor, entweder das männliche, in welchem Falle dann die Anlage für den weiblichen Apparat untergeht oder umgekehrt das weibliche Geschlecht, wo sodann die für den männlichen unverwerthet bleibt und verkümmert. Für gewöhnlich gehen aus dieser gemeinsamen Geschlechtsanlage nur einseitige Geschlechtsapparate hervor, und die sie tragenden Individuen sind dem zu Folge entweder nur männlichen oder weiblichen Geschlechts.

Wo dagegen die Bedingungen zur Ausbildung der beiderlei Geschlechtsapparate aus der ursprünglichen Geschlechtsanlage sich gleich sind, kann es in ein und demselben Individuum zur Entwicklung beider kommen und führt so zur Zwitterbildung.

Die gemeinsame Anlage des Geschlechtsapparates besteht während der Dauer der geschlechtlichen Indifferenz

1) aus der gemeinsamen Keimdrüsen-Anlage und
2) aus der Anlage der Ausfuhrswege der Keimprodukte.

1) Die Keimdrüsen-Anlage zeigt Zwittercharacter. Sie schliesst in ihrem peripherischen und vorderen Theile die Elemente und Bedingungen zur Entwicklung der weiblichen Keimdrüse, des Ovariums, im centralen und hinteren Theile die zur Entwicklung der männlichen Keimdrüse, des Hodens, ein (v. Wittich).

Findet nun die Ausbildung eines bestimmten Geschlechts statt, so prävalirt, wenn das weibliche zur Geltung kommen soll, die Entwicklung des äusseren Theils der Keimdrüse zur Bildung des Ovariums und der innere centrale Theil geht, weil unverwerthet bleibend, allmälig unter, wogegen, wenn das männliche werden soll, die Entwicklung des inneren Theils das Ueber-

gewicht erlangt, zum Hoden sich ausbildet, und die äussere oder Ovarialschichte verkümmert oder ganz schwindet.

Ist aber die Anregung zur Ausbildung beider Geschlechter da, dann kommen beide Keimdrüsenbezirke zur Verwerthung. Aus der äusseren wird Ovarium, aus der inneren wird Hode. Nur bleiben die beiderlei Keimdrüsen nicht, wie in ihrer Anlage, ineinander geschachtelt, sondern treten räumlich auseinander, das Ovarium nach vorn, der Hode nach hinten sich hervorbildend.

Hieraus geht jene Form von Zwitterbildung hervor, wo auf beiden Seiten beiderlei Keimdrüsen, Hoden und Eierstöcke, zugleich sich finden *(Androgynus)*.

Ist die Anregung zur Entwicklung beiderlei Keimdrüsen auf beiden Seiten ungleich, auf der einen die für Hoden, auf der andern die für Ovarium überwiegend, so kommt es auf der einen Seite zur Bildung eines Hodens (ohne Ovarium) und auf der andern zu der eines Ovariums (ohne Hoden), was zu den Fällen von Zwitterbildung führt, in welchen der Geschlechtsapparat auf der einen Seite weiblich und auf der andern männlich ist (Fig. 255 A), also ein Ovarium der einen Seite einem Hoden auf der andern Seite gegenüber steht *(Hermaphroditismus lateralis)*.

Bis jetzt liegt noch kein, mit Sicherheit beobachteter Fall von Hermaphroditismus lateralis des Menschen vor.

Indess halte ich den, als Katharina Hohmann getauften Zwitter aus Mellrichstadt, der seit einer Reihe von Jahren an den deutschen und ausserdeutschen Universitäten sich zeigte und wohl allen Fachgenossen bekannt ist, nach der Untersuchung, die ich an demselben im Winter 1866/67 anstellte und an welchem unterdessen sowohl der Abgang von Sperma, als auch der einer periodischen Blutung, die mit der Menstrualblutung übereinstimmt, constatirt werden konnte, — für einen solchen Fall von Hermaphroditismus lateralis. Ich zweifle nicht daran, dass, wenn sich die Gelegenheit der anatom. Untersuchung nach dem Tode dieser Person ergeben wird, der Geschlechtsapparat die Anordnung zeigen werde, wie sie die schematische Darstellung in Fig. 255 D vergegenwärtigen sollte.

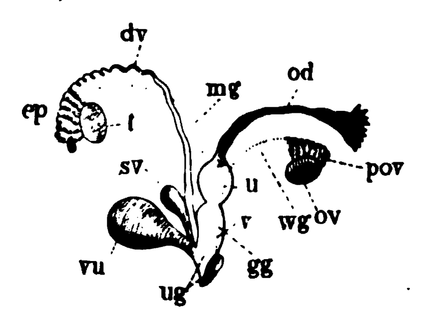



**Fig. 255 A.** Hermaphroditismus lateralis beim Menschen (schematisch dargestellt). *t* Hode. *ep* Nebenhode. *dv* Samenleiter (Wolff'scher Gang). *mg* Der untergegangene Müller'sche Gang punctirt angedeutet. *sv* Samenblase. *vu* Harnblase. *ug* Sinus urogenitalis. *v* Vagina. *u* Uterus. *od* Eileiter (umgewandelter Müller'scher Gang). *ov* Ovarium. *pov* Parovarium. *wg* Wolff'scher Gang, punctirt angedeutet. *gg* Gartner'scher Gang, gleichfalls nur punctirt.

2) Die primitive Anlage der Ausfuhrswege der Keimprodukte besteht:

a) aus der sog. Urniere oder Primordialniere, auch Wolff'scher Körper genannt.

b) aus dem Ausführungsgange derselben, dem Urnierengange.

Die Urniere kann man (bei Amphibienlarven) in zwei Abschnitte scheiden, in einen kleineren vordern, kolbigen — die sog. Müller'sche Drüse — deren Ausführungsgang den Anfang des Urnierengangs bildet, und einen grösseren hintern Theil, den wir als Wolff'schen Körper bezeichnen wollen. Auf dem vordern Theil seines Innenrandes trägt dieser die Keimdrüse, während an seinem Aussenrande der Ausführungsgang der Müller'schen Drüse vorbei nach hinten zieht, dabei die aus dem Wolff'schen Körper ausführenden Kanälchen

aufnimmt und so zum gemeinsamen Gange der gesammten Urniere, zum Urnierengange wird (Fig. 255 B).

Die Müller'sche Drüse, welche am frühesten entsteht, geht auch früher wieder unter, während ihr Ausführungsgang das gleiche Schicksal nicht theilt, vielmehr als vorderster drüsenloser Theil des Urnierenganges noch fort-

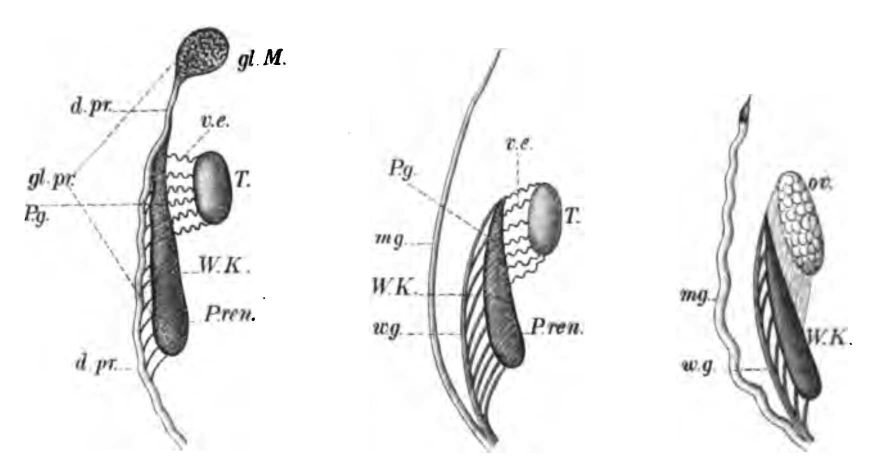



Fig. 255 B. Fig. 255 C. Fig. 255 D.

**Fig. 255 B—D.** Schematische Darstellung der Urnieren und ihrer Verbindung mit dem Genitalapparat bei den nackten Amphibien. Fig 255 B. *gl.pr* Urniere. *d.pr* Gemeinsamer Urnierengang. *gl.M* Müller'sche Drüse. *W.K* Wolff'scher Körper. *P.g* Genitaltheil desselben. *P.ren.* Nierentheil. *T.* Hoden. *ve* Vasa efferentia desselben. Fig. 255 C. *mg* Müller'scher Gang. *wg* Wolff'scher Gang (Harn-Samengang). Die übrige Bezeichnung wie vorher. Fig. 255 D. *ov* Ovarium. *mg* Eileiter (Müller'scher Gang). *WK* Wolff'scher Körper (ganz Niere). *wg* Wolff'scher Gang (ganz Harnleiter).

besteht. Wir wollen ihn, zur Unterscheidung von dem übrigen hintern Theil des letztern, der seine Drüse noch besitzt, den Müller'schen Gang bezeichnen, der bestimmt ist, beim weiblichen Geschlechtsapparate den Eileiter zu liefern und bei den höheren Wirbelthieren noch zu grösserer Bedeutung gelangt.

Dem Theil der Urniere, den wir Wolff'schen Körper bezeichneten, ist eine doppelte Rolle zugewiesen, nämlich einestheils Harndrüse zu sein und anderntheils beim Aufbau des männlichen Geschlechtsapparates verwerthet zu werden. Zu ersterem Zwecke dient der hintere (Nierentheil) (*P. ren.*), zu letzterem der vordere Bezirk (Genitaltheil) (*P. gen.*). Dieser nimmt die Vasa efferentia testis auf, so dass das Sperma auch in den Urnierengang (*d. pr.*) gelangt und dieser dadurch zu einem gemeinsamen — Harn-Samengange — wird.

Im weiteren Verlaufe der Entwicklung scheidet sich dieser in zwei Gänge (Fig. 255 C), von denen der eine ausschliesslich Ausführungsgang des Wolff'schen Körpers ist und Wolff'scher Gang (*wg*) heissen soll, — der andere dagegen die Fortsetzung des Ausführungsganges der, unterdessen verkümmerten Müller'schen Drüse ist und den Müller'schen Gang (*mg*) der Autoren darstellt. Beide verbinden sich erst an ihrem hintersten Ende miteinander.

Bei den niedern Wirbelthieren (namentlich bei den nackten Amphibien), wo der Wolff'sche Körper für das ganze Leben hindurch Nierenfunktion behält, ist bei männlichen Thieren der hintere Theil ausschliesslich bleibende Harndrüse, während der vordere (s. g. Genitaltheil) vom Hoden die Samen-

ausführungskanäle aufnimmt und in den Wolff'schen Gang überleitet, letzterer diesemnach die Ausfuhr des Harns sowohl, als auch des Samens vermittelt. Der Müller'sche Gang dagegen bleibt ohne Funktion, daher er seine Wegsamkeit verliert und endlich ganz schwindet.

Bei den weiblichen Thieren (Fig. 255 D), wo der Wolff'sche Körper keine Verbindung mit der Keimdrüse eingeht, die Keimprodukte also auch nicht in den Wolff'schen Gang gelangen können, ist letzterer ausschliesslich Harngang (*Ureter*). Die Ausfuhr der Produkte der weiblichen Keimdrüsen, der Eier, wird durch den Müller'schen Gang vollzogen, der unterdessen mehr sich entwickelte und an seinem vordersten Ende eine trichterförmige Zugangsöffnung (*Ostium abdominale*) erhielt; er ist zum Eileiter geworden (*mg*).

Bei den beschuppten Amphibien und den Vögeln gehen die Umwandlungen der primitiven Harn-Geschlechtsanlage nicht viel weiter. Aber die wichtige Abänderung ergibt sich hier, dass der Nierentheil des Wolff'schen Körpers allmälig verkümmert und durch die, aus dem hintern Ende des Urnierenganges hervorsprossende, bleibende Niere ersetzt wird, wodurch dem Wolff'schen Gange nur noch die Ausfuhr des Samens verbleibt, also derselbe ausschliesslich Samenleiter ist.

Bei den Säugethieren hingegen erfährt die Geschlechtsanlage sehr viel weiter gehende Metamorphosen und geht durch weitere Differenzirung daraus noch eine Anzahl discreter Organe hervor, in welche namentlich die keimausführenden Theile zerfallen. Das Stadium dieser Anlage, mit welchem niedere Wirbelthiere gleichsam abschlossen, bildet hier erst den Hauptausgangspunkt noch weiterer, sehr wesentlicher, Umwandlungen. Schon sehr frühe findet man hier die Geschlechtsanlage auf dem Standpunkte angelangt, der bei den niedern Wirbelthieren ein späteres Stadium ihrer Entwicklung darstellt, ohne dass die vorangegangenen Entwicklungsphasen ebenso sicher der Beobachtung zugänglich sich zeigten, als dort. Schon nach den ersten Wochen des Embryonallebens besteht die Geschlechtsanlage 1) aus der Keimdrüse, 2) aus dem Wolff'schen Körper (oder der Urniere) mit dem Wolff'schen Gange, und 3) aus dem Müller'schen Gange (Fig. 283).

Die Müller'sche Drüse sowohl, als auch das Hervorgehen des Müller'schen Ganges aus dem gemeinsamen Urnierengange (siehe oben) scheinen hier zu rasch vorübergehende Entwicklungsphasen zu sein, als dass sie leicht beobachtbar wären.

---

## A. Geschlechtsapparat der Wirbelthiere.

v. Baer, Entwicklungsgeschichte der Thiere. Bd. 2. Königsberg 1837. — Barckow, Z. Lehre v. der Fortpflanzung, in Meckel's Archiv 1830. S. 36. — Betz, Ueb. Uterus masculinus, in Müller's Archiv 1850. S. 65. — Bidder, Untersuchungen üb. d. männlichen Geschlechts- und Harnwerkzeuge d. nackt. Amphibien. Dorpat 1846. — Bojanus, Anatome testudinis europaeae. Viln. 1819—21. — C. G. Carus, Erläuterungstafeln z. vergl. Anatomie. Hft. 5. — Cuvier, Vorlesungen üb. vergl. Anat. Uebers. v. Meckel. Bd. 4. — Duposé, De l'hermaphrodisme chez certains vertébrés, in Ann. de sc. nat. 4me Sér. T. 5. pag. 295. — Ecker, Untersuchungen z. Ichthyologie. Freiburg 1857. — Geoffroy-Saint-Hilaire, Composition des appareils génitaux etc.,

in Mémoires du mus. d'histoire natur. Tom. IX. p. 438. — Gurlt, Anat. der Haussäugethière; Neue Ausgabe v. Leisering. Berlin 1873. — Derselbe, Anatom. Abbild. d. Haussäugethiere. Taf. 72—76. — Hallmann, Bau d. Hoden d. Rochen, in Müller's Archiv 1840. S. 467. — His, Die erste Anlage d. Wirbelthierleibes. Leipzig 1868. — Hoyer, Die Eifollikel d. Vögel, in Müller's Archiv 1857. — Hyrtl, Beiträge z. Morphologie d. Urogenitalorgane der Fische, in d. Denkschr. d. Wiener Academie d. W. Bd. I. S. 391. — Derselbe, Ueb. d. Zusammenhang d. Geschlechts- u. Harnorgane d. Ganoiden, ebenda. Bd. VIII. Abth. I. S. 65. — Derselbe, Lepidosiren paradoxa. Prag 1848. — Kobelt, Der Nebeneierstock. Heidelberg 1847. — Kupfer, Untersuchung üb. d. Entw. d. Harn- und Geschlechtssystems, in M. Schultze's Archiv f. m. Anat. Bd. I. u. II. — Lereboullet, Recherches sur l'anatomie des organes génitaux des animaux vertébrés, in Nov. act. academ. Leopold.-Carolin. Bd. 23. 1851. — R. Leuckart, Morphologie und Anatomie der Geschlechtsorgane. Göttingen 1847. — Derselbe, Das Weber'sche Organ und seine Metamorphosen, in d. illustr. med. Zeitung. 1852. Bd. I. Hft. 2. S. 69. — Derselbe, Vesicula prostatica, in Todd's Cyclopaedia. — Leydig, Beitr. z. Anatom. u. Entw. der Rochen und Haie. Leipzig 1852. — Derselbe, Lehrb. der Histologie. Frankf. 1857. S. 490. — Derselbe, Zur Anatomie d. Geschlechtsorgane u. Analdrüsen d. Säugethiere, in Zeitschr. f. w. Zool. Bd. 2. S. 1. — Lilienfeld, Beitr. z. Morpholog. u. Entw. d. Geschlechtsorgane. Marburg 1856. — Fr. Meckel, Ueb. d. männl. Geschlechtsorgane d. Maulwurfes, in dess. Beiträgen z. vergl. Anatomie. Leipzig 1808. Bd. I. Hft. 2. S. 132. — H. Meckel, Morphologie d. Harn- und Geschlechtsorgane d. Wirbelthiere. Halle 1848. — Meyerstein, Ueb. d. Eileiter einiger Säugethiere, in Henle's Zeitschr. für rat. Medicin. 3. Reihe. Bd. 23. — J. Müller, Ueb. d. Wolff'schen Körper bei den Embryonen der Frösche u. Kröten, in Meckel's Archiv f. Anat. 1829. S. 65. — Derselbe, Bildungsgeschichte der Genitalien. Düsseldorf 1830. — Derselbe, Ueb. zwei versch. Typen in d. Bau d. erectilen männl. Geschlechtsorgane bei straussartigen Vögeln, in den Abhandlungen d. Berliner Academie 1838. — Derselbe, Untersuchungen üb. d. Eingeweide d. Fische, ebenda 1843. S. 112 u. 126. — Owen, Marsupialia, in Todd's Cyclopaedia. Vol. III. u. in Philosoph. Transact. 1834. — Derselbe, Monotremata, in Todd's Cyclopaedia, und in Philosoph. Transact. 1832. — Rapp, Die Cetaceen. Stuttgart u. Tübingen 1837. — Rathke, Beitr. z. Geschichte d. Thierwelt. Halle 1827. — Derselbe, Abhandl. z. Bildungs- u. Entwicklungsgesch. d. Menschen u. d. Thiere. Leipzig. 1832. — Derselbe, Ueb. d. Bildung d. Samenleiter, d. Fallop. Trompeten und Gartner'schen Canäle, in Meckel's Archiv 1832. S. 379. — Derselbe, Entwicklungsgesch. d. Natter. Königsberg. 1837. — Derselbe, Entw. d. Schildkröten. Braunschw. 1848. — Reichert, Ueb. d. Müller-Wolff'schen Körper bei Fischen, in Müller's Archiv 1856. S. 125. — Derselbe, Entw. d. Meerschweinchens, in d. Abhandl. d. Berliner Academie. 1862. — Rudolphi, Ueb. d. Bau d. Brüste ebenda. 1831. — v. Siebold, Ueb. d. Geschlechtswerkzeuge v. Syngnathus u. Hippocampus, in Wiegmann's Archiv. 1842. S. 292. — Derselbe, Ueb. d. Receptaculum seminis bei d. weiblichen Urodelen, in Zeitschr. f. w. Zool. Bd. 9. S. 463. — Seubert, Symbolae ad Erinacei europ. anatome. Bonn. 1841. — Spangenberg, Disquisitiones circa partes genitales avium. Götting. 1813. — Stannius, die männl. Geschlechtstheile d. Rochen u. Haie, in Müller's Archiv. 1840. S. 44. — Tanneberg, Abhandl. üb. d. männl. Zeugungstheile d. Vögel. Göttingen. 1840. — Tiedemann, Ueber d. schwammig. Körper d. Ruthe d. Pferdes, in Meckel's Archiv f. Phys. Bd. II. S. 95. — Treviranus, Beobachtungen a. d. Zootom. u. Physiol. S. 109. — Vautherin, Observations sur quelques points de l'organisation des Chéloniens, in Ann. de sc. nat. 5me Sér. T. 13. Artic. 7. — Vogt u. Pappenheim, Recherches sur l'anatomie comparée des organes de la génération chez les animaux vertébrés, in Ann. de sc. n. 4me Sér. T. XI. pag. 331. — Wahlgren, Ueb. d. Uterus masculinus b. Menschen u. Säugethier, in Müller's Archiv 1849. S. 688. — E. H. Weber, Ueb. d. Einhüllung d. Eierstöcke einiger Säugethiere, in Meckel's Archiv 1826. S. 105. — Derselbe, Zusätze z. Lehre vom Baue und den Verrichtungen der Geschlechtsorgane. Mit 9 Tafeln. Leipzig 1846. — v. Wittich, Beitr. z. morphol. u. histol. Entw. d. Harn- u. Geschlechtswerkzeuge d. nackt. Amphibien, in d. Zeitschr. f. w. Zool. Bd. 4. S. 125. — R. Wagner, Icones zootom. Lipsiae 1841. —

Man kann die Theile, welche den Geschlechtsapparat zusammensetzen, in wesentliche und zufällige oder Hülfsorgane theilen.

1. Wesentliche Theile.

a) Sind dies drüsige Gebilde, in welchen entweder

α) der weibliche Keim, das Ei (*Ovum*), gebildet wird — und dann der Eierstock (*Ovarium*) (Fig. 273, 276) oder

β) der Samen (*Sperma*) geliefert wird und die hier die Hoden (*Testes*) darstellen (Fig. 257, 258, 261).

b) Sind es Ausfuhrswege der Keime, welche, wenn sie die Eier ausführen, die Eileiter *(Oviductus s. Tubae Fallopianae)* (Fig. 273—276), oder wenn sie den Samen, dann Samenleiter (*Ductus seminales s. Vasa deferentia*) (Fig. 257, 258 und 261) heissen.

2. Zufällige Theile oder Hülfsorgane.

Wo Eier und Samen nicht ausserhalb des Körpers zusammengeführt werden (äussere Befruchtung), sondern im Innern des weiblichen Körpers sich begegnen, also bei innerer Befruchtung, welche da stattfindet, wo entweder die Eier vor ihrer Ausführung schon innerhalb des weiblichen Körpers eine so dichte oder selbst harte schalenartige Umhüllung erhalten, dass nach ihrer Ausfuhr eine befruchtende Einwirkung des Samens auf sie nicht mehr möglich wäre, oder wo die befruchteten Eier innerhalb des weiblichen Körpers zur weiteren Entwicklung gelangen, — da bedarf es noch mehr oder weniger besonderer Hülfsorgane, welche jenen wesentlichen Theilen sich zugesellen, den Geschlechtsapparat vervollständigen. Mit ihrer Hülfe wird einerseits den befruchteten Eiern eine Stätte geboten, wo sie ihre weitere Entwicklung abwarten können, um nach Beendigung derselben als reife Frucht ausgeführt zu werden, — und anderseits wird auch der Samen durch sie in den weiblichen Körper eingeführt.

Bei dem männlichen Geschlecht besteht dieser Hülfsapparat

a) aus einem ruthen- oder stabförmigen, bald aus harter, starrer, bald aus weicher, schwammiger, schwellbarer erectiler Substanz bestehenden Körper, der männlichen Ruthe *(Penis)*, (Fig. 257, 262, 266—270), die entweder an ihrer Oberfläche eine Rinnenbildung besitzt, um mit deren Hülfe die Ueberleitung des Samens in die weibliche Geschlechtshöhle zu vermitteln, oder zu diesem Zweck selbst von dem gemeinsamen Samengange durchbohrt ist;

b) aus drüsigen Anhängen (Fig. 264 und 270), deren dünnflüssige Secrete dem Samen im Momente seiner Entleerung sich beimengen, durch Verdünnung seine Ausfuhr erleichtern und überhaupt ein Vehikel, einen Träger für denselben abgeben.

Diese Hülfsorgane heissen auch männliche Begattungsorgane.

Beim weiblichen Thierkörper besteht dieser Hülfsapparat (Fig. 279 A—D):

1) aus einem Behälter, in welchem das befruchtete Ei seine Entwicklung bis zur Reifung durchmacht — Fruchthälter *(Uterus)*;
2) aus einem häutigen Kanale — Scheide *(Vagina)*, durch welchen einerseits der Samen mittelst der männlichen Ruthe bei der Begattung in die weibliche Geschlechtshöhle eingeführt, und anderseits die zur Reife gelangte Frucht aus dem Körper ausgeführt wird;

c) aus schwellbaren Organen, welche durch Ueberfüllung mit Blut und dadurch herbeigeführte Turgescenz oder Schwellung, sowie durch gesteigerte Nerven-Erregung die Begattungslust erhöhen und die Begattung zu einem für die Thiere angenehmen Acte machen.

Diese unter b und c genannten Organe stellen die weiblichen Begattungsorgane dar. Ausserdem können noch verschiedene andere Einrichtungen und Organe vorkommen, die sich 1) auf die Unterstützung der Begattung, 2) auf den Schutz der sich entwickelnden Eier — und endlich 3) auf die Pflege und Ernährung der geborenen Jungen beziehen können.

## 1. Männlicher Geschlechtsapparat der Wirbelthiere.

Bei den 3 niederen Wirbelthierklassen ist er am einfachsten, indem er nur aus den Hoden und den Samenleitern zu bestehen pflegt, während er bei den Säugethieren so complicirt ist, wie beim Menschen.

### a. Männlicher Geschlechtsapparat der Fische, Amphibien und Vögel.

Die Hoden sind meistens, wie beim Menschen und den Säugethieren, paarig. Nur einige Fische machen davon eine Ausnahme, wie die Myxinoiden, Petromyzonten, Perca fluviatilis, Blennius viviparus, Ammodytes tobianus, Cobitis u. a., bei welchen ein unpaarer und asymmetrischer Hode sich findet.

Auch bezüglich ihrer Lage, Form und ihres Baues zeigen sie eine gewisse Uebereinstimmung. Sie pflegen im hintern Theile der Leibeshöhle, nahe bei den Nieren, zu liegen, haben meistens einen röhrigen Bau und sind von mehr oder weniger eiförmiger Gestalt. Doch auf letztere übt die Form und Grösse der Leibeshöhle einen nicht unbeträchtlichen Einfluss. So haben sie bei den meisten Knochenfischen wegen der in der Querrichtung so engen Leibeshöhle eine mehr langgestreckte, bei andern, wie den Petromyzonten u. a., selbst schmale, oft selbst band- oder blattförmige Gestalt, in Folge deren sie sich auch weit nach vorn erstrecken, während sie bei Plagiostomen u. a., welche über eine weitere Leibeshöhle verfügen, von mehr kurzer gedrungener Form sind. Auch bei den Amphibien findet man dasselbe, indem sie bei den Schlangen und Sauriern von mehr länglicher Form sind oder, wie bei Salamandra maculata, durch Abschnürung in 2—3 vor ein-

anderliegende Abtheilungen getrennt erscheinen, um in der schmalen Leibeshöhle nicht beengt zu werden, — während bei den, eine geräumigere Leibeshöhle besitzenden, ungeschwänzten Batrachiern, den Cheloniern und Krokodilen, sowie bei den Vögeln sie wieder von gedrungener ovaler Form sind.

Auch bezüglich des Baues ergeben sich manche Abweichungen, namentlich bei vielen Fischen, bei welchen sie, statt eines tubulösen, einen den Ovarien ähnlichen Bau haben und die Samenelemente in Kapseln und Bläschen sich entwickeln (Fig. 256), aus denen sie entweder durch Dehiscenz der letzteren in die Bauchhöhle entleert, oder, wie z. B. bei Acanthias vulgaris, durch einen in den Kapseln wurzelnden Samenleiter ausgeführt werden.

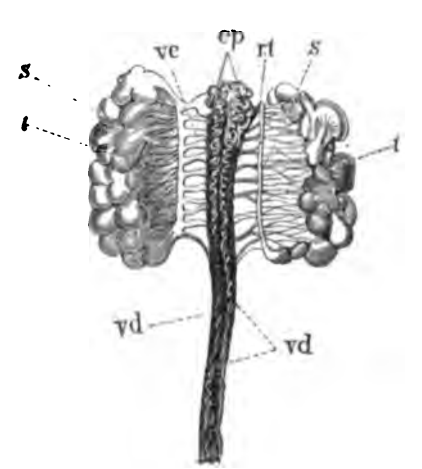



Fig. 256. Männliche Geschlechtsorgane vom Dornhai (*Acanthias vulgaris*). *t* Hoden. *s* Samengefässe zu einem Netz, Rete testis (*rt*) zusammenfliessend. *ve* Vasa efferentia. *ep* Nebenhode. *vd* Samenleiter.

Wo der Samen in die Bauchhöhle entleert wird, wie bei Leptocardiern, Cyclostomen, manchen Ganoiden (Amia, Lepidosteus), den Muraenoiden u. a., wird derselbe durch einen am hintern Ende der Leibeshöhle befindlichen Porus abdominalis nach aussen geführt, während da, wo vom Hoden ein Samenleiter abgeht, dieser die Ausführung vermittelt (Plagiostomen und die meisten Knochenfische, Amphibien und Vögel).

Die Samenleiter zeigen indess bezüglich ihrer Ausmündung doch manche Verschiedenheiten, indem sie entweder, wie bei Blennius gattarugine, direct und getrennt, hinter dem After in eine Grube, gesondert von der Harnröhre, nach aussen münden (Hyrtl), oder, wie bei den meisten Knochenfischen mit dem Harngange zusammenfliessend, gemeinsam mit diesem hinter dem After nach aussen führen, oder endlich, wie bei den Plagiostomen, Amphibien und Vögeln in die Cloake einführen, wobei sie entweder kurz vor der Einmündung mit den Harnleitern sich vereinigen (Plagiostomen und Amphibien) oder getrennt von den letztern einmünden (Vögel) (Fig. 257 u. 258).

Die Vereinigung der Samenleiter mit den Harnleitern ist eine Eigenthümlichkeit der Fische und Amphibien, welche den Vögeln abgeht. Nur ist die Stelle der Vereinigung verschieden; meistens nahe vor der Ausmündung nach aussen oder in die Cloake. Bei den Batrachiern und Perennibranchiaten fliessen sie sehr frühe zusammen, indem es gar nicht

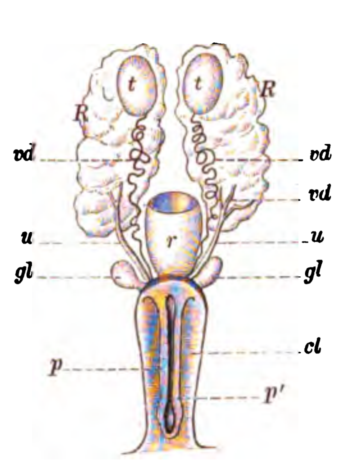



**Fig. 257.** Harn- und Geschlechtsapparat bei den Cheloniern (halbschematisch). *R* Nieren. *u* Harnleiter. *t* Hoden. *vd* Samenleiter. *r* Mastdarm. *cl* Cloake von hinten geöffnet, *gl* Analdrüsen. *p* Penis. *p'* Samenrinne desselben.

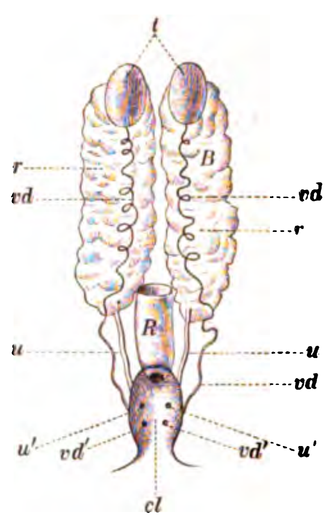



**Fig. 258.** Harn- und männlicher Geschlechtsapparat bei den Vögeln (halbschematisch). *t* Hoden. *vd* Samenleiter. *r* Nieren. *R* Rectum. *u* Ureter. *u'* Einmündung in die Cloake (*cl*). *vd'* Einmündung des Samenleiters in dieselbe.

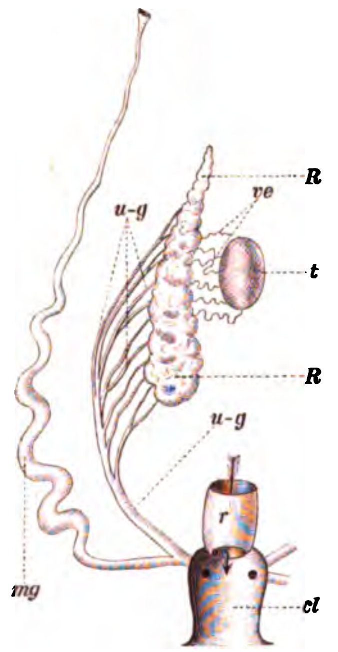



**Fig. 259.** Schema des Harn- und männlichen Geschlechtsapparates bei Triton. *t* Hode. *R* Niere. *ve* Vasa efferentia testis. *u-g* Gemeinsamer Harn-Samengang. *mg* Ein dem Oviduct im weiblichen Geschlechtsapparat entsprechender Canal (Müller'scher Gang). *r* Rectum. *cl* Cloake.

zur Bildung eines Samenleiters kommt, sondern die Vasa efferentia testis direct in die Nieren eindringen, um im Innern derselben mit den Harnkanälchen zusammen zu fliessen, so dass der am äussern Nierenrande hervorkommende Ausführungsgang Harn- und Samengang zugleich ist (Fig. 259).

Bei manchen Fischen und Amphibien finden sich an den Samenleitern noch Bildungen, die man als eine Art Samenblase wohl anzusehen hat, indem sie theils Behälter für Ansammlung des Samens, theils auch wahrscheinlich Secretionsorgane zur Lieferung von Secreten, welche dem Samen sich beimengen, darstellen. So finden sich Samenblasen ähnliche Anhänge (nach Hyrtl) an den Samenleitern von Mullus barbatus, Gobius niger, Cobitis fossilis, die bei ersteren doppelt, bei letzteren einfach sind.

Bei den Plagiostomen (Acanthias vulgaris) bilden die Enden der Samen-

leiter vor ihrer Ausmündung in die Cloake Erweiterungen, die sicherlich nur die Stelle eines Samenbehälters vertreten soll.

Auch die Frösche, namentlich Rana esculenta, haben am untern Ende des Harn-Samenganges vor seiner Einsenkung in die Cloake, während der Begattungszeit, ein derartiges Organ, das, aus einer Anzahl kurzer, dicht beisammenstehender, gegen das blinde Ende verästelter Blinddärme bestehend, an der Aussenseite jenes ansitzt. Ob es Samenbehälter ist oder mehr secretorische Funktion hat, will ich dahin gestellt sein lassen. Bemerkenswerth aber ist, dass es nur während der Begattungszeit stark entwickelt sich zeigt, ausser derselben aber wieder zu verkümmern scheint (Fig. 260).

Dieser einfache aus Hoden und Samenleiter bestehende Geschlechtsapparat genügt nicht allein da, wo, wie bei den Knochenfischen und den nackten Amphibien, besonders den ungeschwänzten Batrachiern, Eier und Samen ausserhalb des weiblichen Körpers mit einander in Berührung kommen, also bei äusserer Befruchtung, sondern auch in den Fällen, wo, wie bei den Plagiostomen, den meisten Amphibien, besonders den

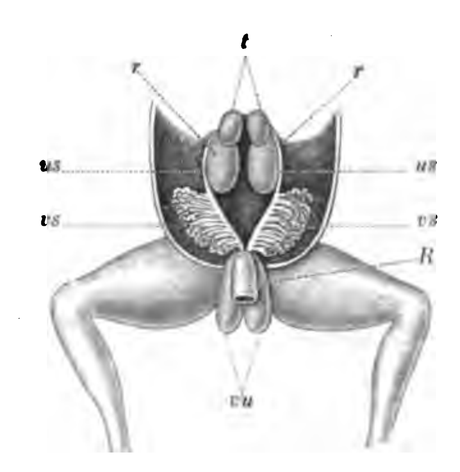



**Fig. 260.** Männliche Geschlechtsorgane von Rana esculenta. *r* Nieren. *t* Hoden. *us* Harn-Samengang. *vs* Verästelte blinddarmförmige Anhänge desselben (Samenblase). *R* Rectum. *vu* Harnblase.

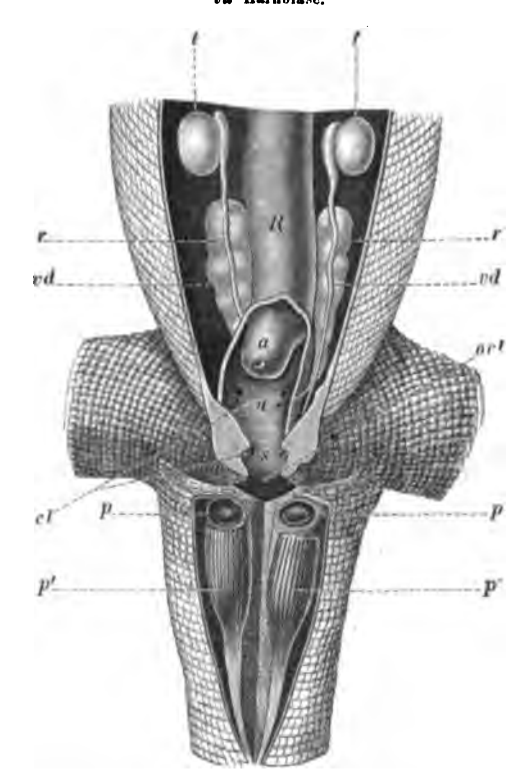



**Fig. 261.** Männliche Geschlechtsorgane von Varanus scincus (nach Otto bei G. Carus, Erläuterungstafeln, Heft 5). *p* Mündung der hohlen häutigen Ruthen. *p'* Muskelscheiden derselben. *cl* Cloake. *R* Rectum. *a* Anus. *t* Hoden. *vd* Samenleiter. *r* Nieren. *u* Mündung des Harnleiters. *s* Mündung der Samenleiter.

beschuppten und den Vögeln, die Eier innerhalb des weiblichen Körpers befruchtet werden, der Samen also in die weibliche Geschlechtshöhle und zwar dadurch eingeführt wird, dass bei der Begattung die männliche und weibliche Geschlechts- beziehungsweise Cloakenöffnung mit einander in Berührung gebracht wird, so dass der aus ersterer ejaculirte Samen in letztere und in die hier mündenden Eileiter gelangt. Wenn nun auch besondere, diese Einführung des Samens in den weiblichen Körper vermittelnde Ruthen nicht allgemein vorhanden sind, so fehlt es doch nicht an Bildungen, welche dieselbe in der einen oder andern Weise erleichtern.

So besitzen die Chimaeren und Plagiostomen an den Trägern der hinteren Flossen besonders an ihrer Basis drüsige Bildungen tragende Haftorgane, welche das Festhalten bei der Begattung unterstützen.

Auch besitzen manche Plagiostomen (z. B. Acanthias vulgaris u. a.) in der Cloake ein von den Samenleitern durchbohrtes kegelförmiges Gebilde, das, eine Art Ruthe darstellend, sowohl die Ausfuhr des Samens aus der Cloake, als auch die Einleitung desselben in den weiblichen Körper sicherlich erleichtert.

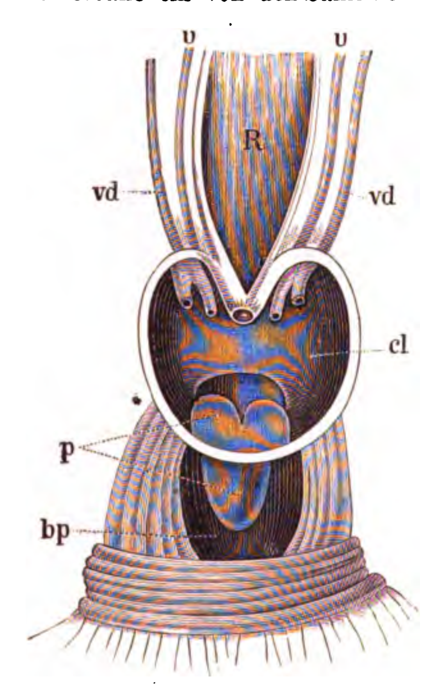



**Fig. 262.** Cloake mit Penis vom Casuar (nach Geoffroy-Saint-Hilaire. *cl* Cloake. *R* Rectum. *u* Ureter. *vd* Samenleiter. *p* Penis. *bp* Bursa praeputialis.

Bei den beschuppten Amphibien ist das Vorkommen eines ruthenartigen Organes übrigens ganz allgemein, das bei Cheloniern und Krokodilen an der hinteren Wand der Cloake liegt und eine zum Abfluss des Samens dienende Rinne (s. Fig. 257) hat. Ja bei den Sauriern und Ophidiern ist diese Ruthe selbst doppelt, liegt aber rückwärts von der Cloake unter dem Schwanze. Ebenso besitzen auch manche Vögel, wie namentlich die Strausse, Gänse, Enten, Penelope, Crax u. a. ähnliche Ruthenbildungen (Fig. 262).

### 2. Männlicher Geschlechtsapparat der Säugethiere.

Er ist viel zusammengesetzter, als bei den übrigen Wirbelthieren, indem er, dem menschlichen ähnlich, sowohl aus Hoden, Samenleitern und Samenblasen, als auch aus den accessorischen Geschlechtsdrüsen (Prostata

und Cowper'schen Drüsen) und einer nie fehlenden, und von dem gemeinsamen Harn-Geschlechtsgang, der Harnröhre, durchbohrten erectilen Ruthe besteht.

Die Hoden (*Testes*), welche, wie beim Menschen, einen Nebenhoden (*Epididymis*), auch dieselben Hüllen und gleichen Bau haben, indem sie wie bei den meisten Wirbelthieren tubulöse Drüsen sind, unterscheiden sich von denen der letztern wesentlich durch ihre Lage, insofern sie die Bauchhöhle verlassen, und ausserhalb dieser unter dem Becken in einem von der äussern Haut gebildeten Beutel — dem Hodensack (*Scrotum*) — eingelagert sind, wie insbesondere es sich bei den Affen, Carnivoren, Wiederkäuern, Einhufern findet. Bei manchen indess, wie namentlich bei Insectivoren, vielen Nagern (z. B. Biber u. a.), beim Lama und Camel, einigen Carnivoren (z. B. bei Viverra Zibetha, Lutra u. a.) und den Robben liegen die Hoden, anstatt in einem Scrotum, höher oben, einfach unter der Haut der Leistengegend, und ziehen sich während der Brunstzeit bei vielen in Folge Offenbleibens des Scheidenkanals selbst in die Bauchhöhle zurück. Ja bei manchen Säugethieren, wie bei mehreren Insectivoren, z. B. bei Talpa, Erinaceus, Sorex, einigen Nagern, z. B. bei Myoxus, ferner bei den Monotremen, Cetaceen, Edentaten (Faulthier, Myrmecophaga, Gürtelthier) und endlich bei dem Elephanten liegen sie dauernd mehr oder weniger tief in der Bauchhöhle, selbst in der unmittelbaren Nähe der Nieren, so dass sie hierin an die niedern Wirbelthiere sich anschliessen. Indess auch bei denen, bei welchen sie ausserhalb der Bauchhöhle zu liegen pflegen, lagen sie doch ursprünglich während der ersten Foetalzeit in der Bauchhöhle, nahe bei den Nieren. Erst später und allmälig vertauschen sie diese Lage durch Hinaustreten durch die Bauchwand, mit derjenigen ausserhalb der Bauchhöhle.

Der aus dem Nebenhoden hervorgehende Samenleiter (*Vas deferens*) läuft, mit dem der andern Seite convergirend, zum Harnblasenhalse, um in den Anfang der Harnröhre einzumünden. Zwischen den Mündungen beider Samenleiter mündet noch ein, zwischen den Enden der letzteren liegendes blasiges Gebilde in die Harnröhre ein, welches — das sog. Weber'sche Organ — bald von birnförmiger Gestalt (Fig. 263), bald am Grunde in zwei Hörner getheilt ist (Fig. 265), und ein Ueberbleibsel desjenigen Theils der embryonalen Geschlechtsanlage darstellt, woraus im weiblichen Körper der Uterus und die Scheide sich entwickeln, daher es auch Utriculus masculinus bezeichnet wird (siehe weiblicher Geschlechtsapparat).

Um dem vom Hoden kommenden Samen vor seiner Entleerung nach aussen eine Stätte der Ansammlung zu bieten, bilden die Enden der Samenleiter bei vielen Säugethieren eine mehr oder weniger ansehnliche Erweiterung, oder, wie bei den meisten, besondere Ausstülpungen, welche bald

blasige, bald blinddarmförmige, bald auch lappigen Drüsen gleichende Anhänge derselben sind und die s. g. Samenblasen (*Vesiculae seminales*) darstellen.

In den seltensten Fällen sind sie nur Samenbehälter, wie bei den Einhufern (Fig. 263), wo sie einfache, dünnwandige grosse Blasen sind. Meistens haben sie noch eine secretorische Funktion, die bei vielen so sehr vorherrscht, dass sie in Folge davon mehr die Form einer Drüse als eines Flüssigkeitsbehälters erhalten. So stellen sie bei den Affen und einigen Nagern verzweigte Blinddärme dar. Sehr grosse und mit Seitenlappen versehene Drüsen bilden sie beim Schwein. Auch bei den Wiederkäuern, einigen Affen (*Cynocephalus*) sind sie sehr gross, und endlich bei vielen Nagern und besonders beim Igel gestalten sie sich zu ansehnlichen, in oft 6 Lappen zerfallende Drüsen (Fig. 264).

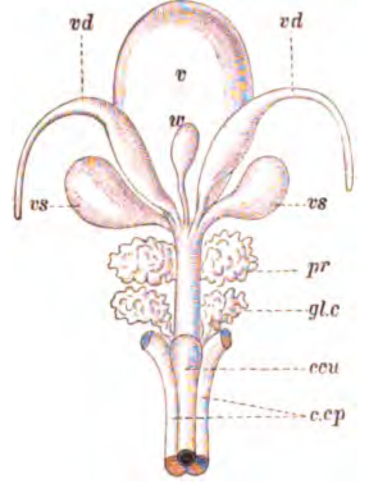



**Fig. 263.** Männliche Geschlechtsorgane vom Pferd (*Equus caballus*). *v* Harnblase. *vd* Samenleiter. *vs* Samenblasen. *w* Weber'sches Organ. *pr* Prostata. *gl.c* Cowper'sche Drüse. *ccu* Corpus cavernosum urethrae. *c.cp* Corpora cavernosa penis.

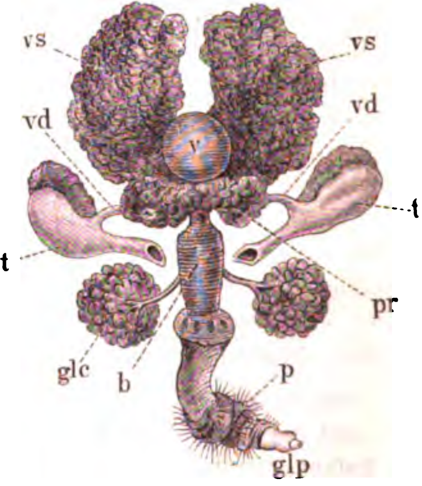


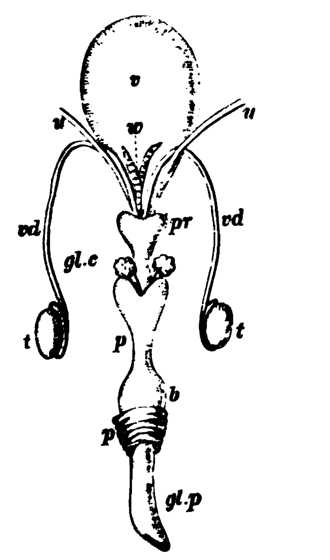

**Fig. 264.** Männliche Genitalien vom Igel (*Erinaceus europaeus*). *p* Penis. *glp* Eichel. *t* Hoden. *b* Bulbus der Harnröhre. Die übrige Bezeichnung wie in Fig. 263 (nach Otto, bei G. Carus).

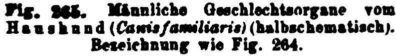
Das Secret, welches die Samenblasen liefern, dient offenbar zur leichtern Ausfuhr des Samens, vielleicht auch, um die Samenelemente, welche in sie gelangen, belebt zu erhalten. Bei manchen Säugethieren hat es, wie weiter unten gezeigt wird, jedoch noch einen andern Zweck.

Die Samenblasen fehlen indess mehreren Säugethieren, wie den Carnivoren (Fig. 265 u. 266), Beutelthieren, Cetaceen und Monotremen, gänzlich.

Aehnlich den drüsigen Samenblasen ist auch die Bestimmung der Vorsteherdrüse (*Prostata*) und der Cowper'schen Drüsen, welche indess eine sehr verschiedene Ausbildung zeigen.

So ist die Prostata am grössten bei den Insectivoren (Igel) (Fig. 264) und Nagern; gross ist sie auch bei den Einhufern, Chiropteren, Cetaceen, Affen u. a.; schwach ist sie bei Wiederkäuern, vielen Carnivoren u. a. (Fig. 265), und fehlt endlich ganz bei Mustela, Lutra (Fig 266), Meles u. a. Carnivoren.





Fig. 265. Männliche Geschlechtsorgane vom Haushund (*Canis familiaris*) (halbschematisch). Bezeichnung wie Fig. 264.

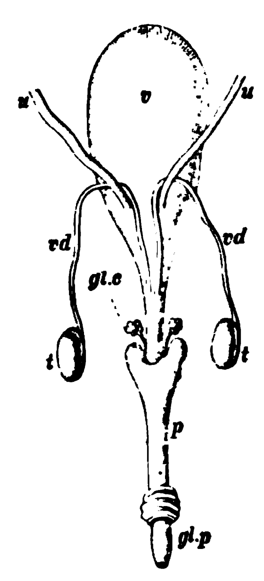



Fig. 266. Männliche Geschlechtstheile von der Fischotter (*Lutra vulg.*) (halbschematisch). Die Bezeichnung wie vorher.

Die Cowper'schen Drüsen scheinen bei keinem Säugethiere zu fehlen, nur sind sie ungleich entwickelt, indem sie bei manchen, wie bei Hunden (Fig. 265), den Katzen und dem Dachse schwach ausgebildet sind, während sie bei Nagern, dem Schwein, Elephanten, Camel, Einhufern (Fig. 263) und ganz besonders bei den Insectivoren, namentlich dem Igel sehr stark sind (Fig. 264).

Die Ruthe (*Penis*) kommt in ihrem Baue im Ganzen mit der menschlichen überein, verhält sich aber in Lage und Form von der letzteren zum Theil sehr abweichend. Nur bei den Affen und Chiropteren hängt sie, wie beim Menschen, frei am Schoosbogen herab. Bei Katzen, Nagern ist sie winklich gebogen und nach hinten gerichtet, daher auch diese Thiere rückwärts harnen. Allein bei der Begattung richtet sie sich doch nach vorn.

Bei manchen, z. B. beim Hunde u. a. hängt die Ruthe in einer Hautfalte des Bauches, welche mit der Vorhaut endigt. Bei andern liegt sie einfach unter der äusseren Haut, und die Eichel, welche von einer die Vorhaut darstellenden Hauteinstülpung umgeben wird, ist in einer Oeffnung derselben zurückgezogen, aus der sie bei der Erection hervortritt.

Um der Ruthe beim Einführen in die weiblichen Geschlechtstheile mehr Festigkeit und Steifheit zu verleihen, namentlich aber auch der sensiblen Eichel zur Steigerung der Erregung ihrer Nerven eine feste Unterlage zu geben, besitzen die meisten Säugethiere, mit Ausnahme der Wiederkäuer und Pachydermen, im Innern der Ruthe den s. g. Ruthenknochen (Fig. 267), welcher am vordern Ende des fibrösen Septum penis über der Urethra liegt und mehr oder weniger in die Eichel eindringt. Daher er auch meistens unten rinnenförmig ausgehöhlt, nur bei den Robben ohne Rinne ist. Grösse und Form desselben sind verschieden. So ist er klein und dünn bei den Katzen, vorn höckerig bei Mustela, S-förmig beim Waschbär, vorn gespalten bei den Beutelthieren.

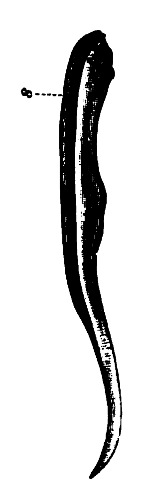


Fig. 267. Ruthenknochen vom Hunde. s Rinne.

Die grösste Mannigfaltigkeit der Form indess zeigt die Eichel der Ruthe. Bald ist sie kegelförmig, cylindrisch, keulenförmig, bald in eine feine spiralig gedrehte Spitze auslaufend u. dgl. m. Bei manchen ist sie gespalten, wie bei den Beutelthieren, Schnabelthieren (Fig. 268), bei andern drei-, ja viertheilig (Echidna). Diese Formeigenthümlichkeiten sind allerdings nicht alle erklärbar, allein viele davon lassen doch erkennen, dass sie mit der sicheren Einführung des Sperma in die Mündung des Uterus in Beziehung stehen. So lässt sich wenigstens verstehen, warum Beutelthiere und das Schnabelthier eine gespaltene Eichel besitzen.

Bei manchen Säugethieren, namentlich solchen, welchen grosse Beweglichkeit eigen ist, finden sich noch verschiedenartige Einrichtungen vor, welche den Zweck haben, das zu schnelle Wiederausfliessen des bei der Begattung in die Scheide ergossenen Sperma's zu verhindern und dadurch den beweglichen Samenelementen Gelegenheit zu geben, in die Uterushöhle sicherer vorzudringen. So hat die bulböse Anschwellung der Ruthe des Hundes (Fig. 265) die Bestimmung, das sofortige Wiederherausziehen derselben nach vollzogener Begattung zu verhindern, beide Geschlechter vielmehr zu nöthigen, nach erfolgter Ejaculatio seminis noch eine kurze Zeit

vereinigt zu bleiben. Aehnliche Bestimmungen haben wohl auch die mit den Spitzen nach hinten gerichteten feinen Hornstacheln, womit die Eichel der Katzen (Fig. 269) besetzt ist. Bei andern, wie namentlich manchen Nagern, z. B. Cavia u. a., wird derselbe Zweck dadurch erreicht, dass dem in die Scheide ergossenen Samen ein Secret der schlauchförmigen Samenblasen (Fig. 270) nachfolgt, das die Eigenthümlichkeit hat, nach seiner Ergiessung sofort zu gerinnen und dadurch einen die Scheide verschliessenden Pfropf

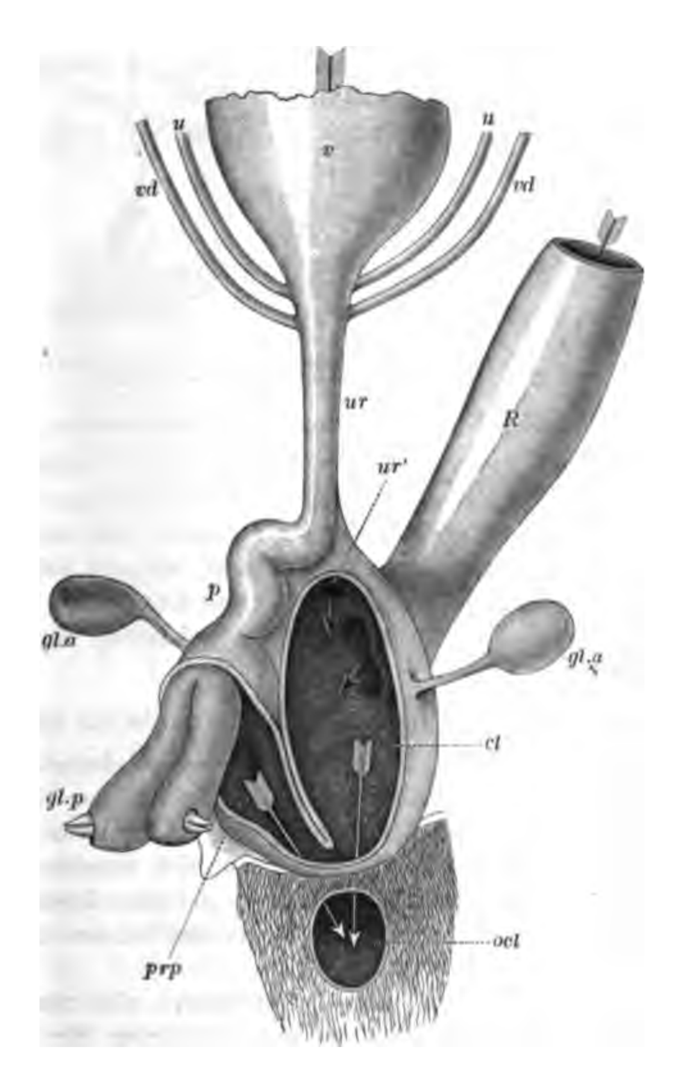



Fig. 268. Männliche Geschlechtsorgane vom Schnabelthier (*Ornithorhynchus*). *v* Harnblase. *u* Ureter. *vd* Samenleiter. *ur* Urethra. *ur'* Mündung derselben in die Cloake (*cl*). *R* Rectum. *gl.a* Glandulae annales. *p* Penis. *gl.p* Doppelte Eichel. *prp* Praeputialtasche der Cloake. *ocl* Cloakenöffnung.

bildet, welcher das Wiederausfliessen des Sperma's aus derselben verhindert.

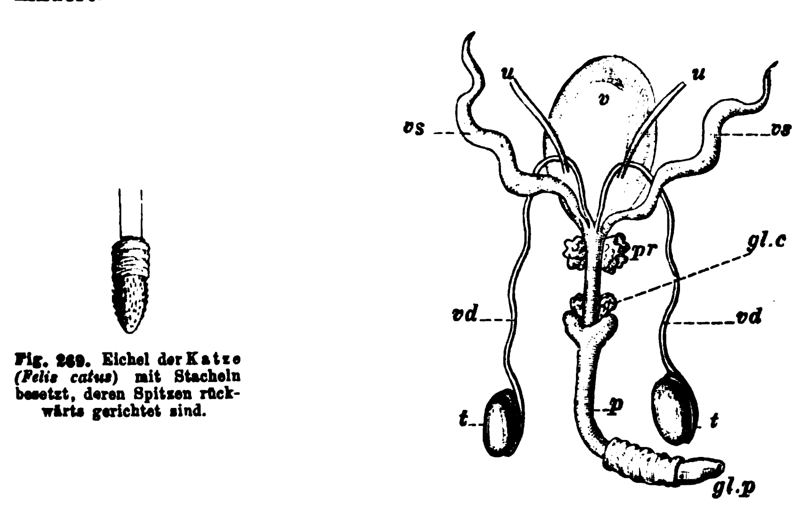



**Fig. 269.** Eichel der Katze (*Felis catus*) mit Stacheln besetzt, deren Spitzen rückwärts gerichtet sind.

**Fig. 270.** Männlicher Geschlechtsapparat von Cavia cobaja (halbschematisch); die Bezeichnung wie Fig. 265.

## 2. Weiblicher Geschlechtsapparat der Wirbelthiere.

Im Allgemeinen erscheint auch der weibliche Geschlechtsapparat, ähnlich dem männlichen, bei den drei niedern Wirbelthierklassen von grosser Einfachheit, indem er hier nur aus den Eierstöcken und den Eileitern, ja bei manchen Fischen nur aus ersteren besteht, während bei den Säugethieren, wie beim Menschen, noch Hülfsorgane hinzutreten, welche theils mit der Begattung, theils mit der weitern Entwickelung des Embryo in Beziehung stehen.

### a. Weiblicher Geschlechtsapparat der Fische, Amphibien und Vögel.

Bei den Fischen ergeben sich beträchtliche Verschiedenheiten bezüglich der Zusammensetzung des weiblichen Genitalapparates. Am einfachsten ist er bei den Leptocardiern und Cyclostomen; am vollkommensten und dem Genitalapparat höherer Wirbelthiere schon mehr sich anschliessend ist er bei den Plagiostomen, während zwischen diesen und jenen diejenigen Formen des Apparates zu stehen kommen, wie sie derselbe bei den Ganoiden und Knochenfischen aufweist.

Bei den Leptocardiern und Cyclostomen sind nur Eierstöcke, aber keine Eileiter vorhanden. Die von jenen gelieferten Eier fallen in die Leibeshöhle und werden durch einen Porus abdominalis (peritonealis) ausgeführt. Bei Amphioxus entlässt dieser auch noch das Exspirationswasser, bei den Cyclostomen aber steht er ausschliesslich nur zur Ausfuhr der Ge-

schlechtsprodukte in Beziehung. Bei Amphioxus sitzen die Ovarien an den Seitenwänden der Leibeshöhle, bei den Cyclostomen dagegen, namentlich bei den Petromyzonten, als krausenähnliche Platten an der Rückseite der Bauchhöhle (Fig. 271).

Auch bei einigen Knochenfischen, wie bei den Lachsen und Aalen, fehlen die Eierleiter und werden auch hier die Eier durch einen Porus abdominalis nach aussen gefördert. Dass in diesen Fällen der letztere den Eileiter zu vertreten hat, unterliegt keinem Zweifel und man könnte sich sehr wohl vorstellen, dass er gleichsam die übriggebliebene Ausmündung desselben sei, dessen übriger Theil untergegangen ist, was um so mehr für sich zu haben scheint, als bei den Stören (Fig. 272) für die Ausfüh-

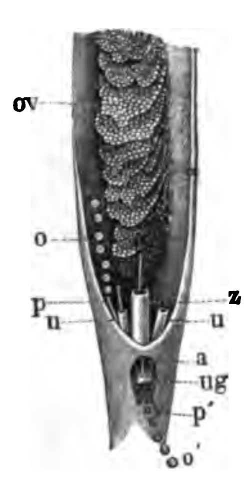



Fig. 271. Weiblicher Genitalapparat bei den Cyclostomen (halbschematisch). *r* Rectum. *a* After. *u* Abgeschnittener Harnleiter (die beiderseits des Eierstockes gelegenen Nieren sind entfernt). *ov* Eierstock. *o o'* Eier, die in die Bauchhöhle gefallen, durch den Porus abdominalis (*p p'*) ausgeführt werden. *ug* Gemeinsame Mündung der Harnleiter und des Porus abdominalis.

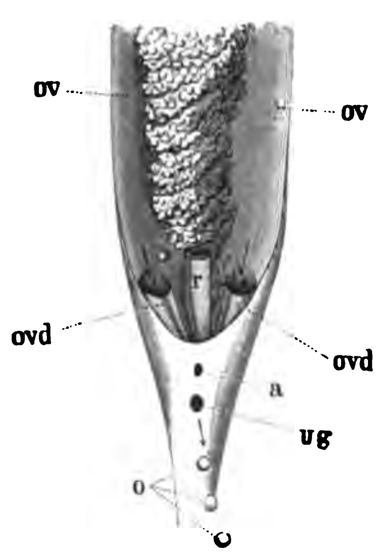
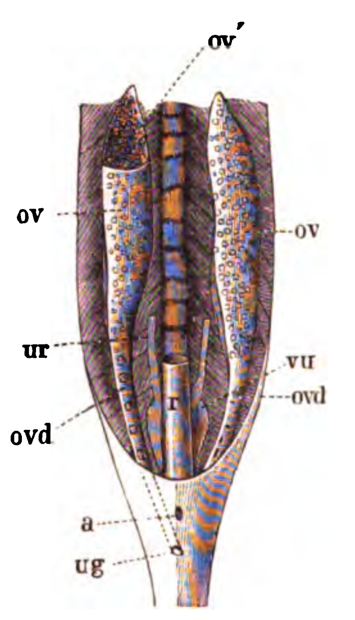


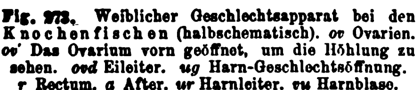

Fig. 272. Weiblicher Geschlechtsapparat bei den Stören (halbschematisch). *ov* Ovarium. *r* Rectum. *ovd* Kurzer trichterförmiger Eileiter. *a* After. *ug* Harngeschlechtsöffnung, durch welche die in die Bauchhöhle gefallenen reifen Eier (*o*) ausgeführt werden.

rung der Eier eine Art Eileiter in Form eines mehrere Zoll langen, graden, häutigen Schlauches mit trichterförmiger Eingangsöffnung sich findet, der am Aussenrande der Nieren neben dem Harnleiter nach hinten zieht, um schliesslich, mit demselben vereinigt, hinter dem After als Urogenitalöffnung auszumünden, während wieder andere Ganoiden, wie z. B. Amia, Polypterus, Lepidosteus u. a. statt dessen nur Pori abdominales haben.

Nur steht dieser Auffassung der Umstand entgegen, dass es einige Fische (Lepidosiren annectens [Owen] und Mormyrus oxyrhynchus) gibt, welche neben entschiedenem Eileiter noch einen Porus abdominalis haben.

Bei den meisten Knochenfischen (Fig. 273) finden sich für die Ausführung der Eier Eileiter vor; nur zeigt sich hier das Abweichende, dass die Ovarien hohle Schläuche sind, an deren Innenfläche die Eier sich entwickeln und die Eileiter kein freies Ost. abdominale haben, sondern Fortsetzungen der schlauchförmigen Ovarien darstellen, so dass die Eier, welche nach ihrer Reifung in die Höhle des Ovariums fallen, in sie gelangen müssen, um sofort ausgeführt zu werden.





Fig. 273. Weiblicher Geschlechtsapparat bei den Knochenfischen (halbschematisch). *ov* Ovarien. *ov'* Das Ovarium vorn geöffnet, um die Höhlung zu sehen. *ovd* Eileiter. *ug* Harn-Geschlechtsöffnung. *r* Rectum. *a* After. *ur* Harnleiter. *vu* Harnblase.

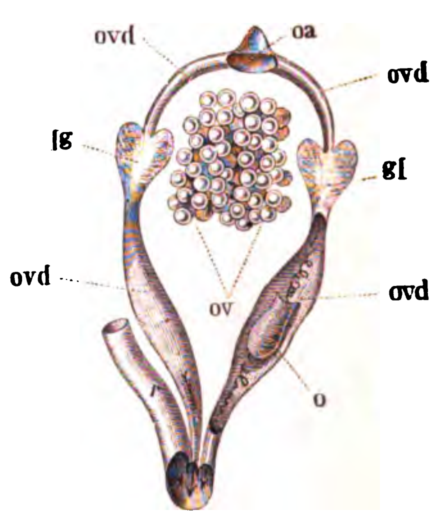



Fig. 274. Weiblicher Geschlechtsapparat bei Plagiostomen (grösstentheils nach R. Wagner). *ov* Ovarien. *ovd* (oben) Eileiter, *oa* Gemeinsame Abdominalmündung. *gl* Eileiterdrüse. *ovd* (unten) Erweiterung des Eileiters (*Uterus*), worin die Eier (*o*), sog. Seemäuse, ihre hornigen Schalen bekommen. *r* Rectum. *cl* Cloake.

Da, wo die Fische nicht eierlegende sind, sondern lebendig gebärende, wie Blennius viviparus, Anableps, einige Silurusarten u. a., verweilen die Eier im hintern, uterusähnlich erweiterten Theile des Eileiters, um die Entwicklung und Reifung des Foetus hier abzuwarten. Bei den Selachiern, besonders den Plagiostomen (Fig. 274) und Chimären, sind die Ovarien selten hohl, sondern stellen meistens solide Platten dar, auf welchen die Eier sich entwickeln. Die Eileiter haben, wie bei den höheren Wirbelthieren, ein freies Ostium abdominale. Nur findet sich die Eigenthümlichkeit, dass die Ostia abdominalia der beiderseitigen Eileiter zu einem gemeinsamen verschmolzen zu sein pflegen *(oa)*.

Jeder Eileiter besitzt noch eine, oft kartenherzähnliche Drüse (*gl*) — Eileiterdrüse, — welche das Material zu der hornähnlichen Schale

liefert, mit welcher die Eier der meisten Plagiostomen umgeben sind. Bei den lebendig gebärenden Selachiern erweitert sich das Ende der Eileiter uterusartig, worin die Embryonen sich weiter entwickeln, und münden sodann, nachdem sie vorher sich vereinigt haben, in eine Cloake.

Das Vorkommen von unpaaren Eierstöcken ist bei den Fischen nicht selten; Hyrtl beachtete es bei Ophidium barbatum, Balistes tamentosus, Cobitis barbatula. Indess Anableps, wo, nach der Angabe Mancher, auch ein unpaares Ovarium bestehen sollte, hat nach Hyrtl paarige Eierstöcke, die symmetrisch zu beiden Seiten der Wirbelsäule liegen, und auch zwei Eileiter. Das Gleiche gilt auch für Ammodytes tobianus (Sandaal), von welchem Rathke unrichtig behauptete, dass das Ovarium unpaar sei.

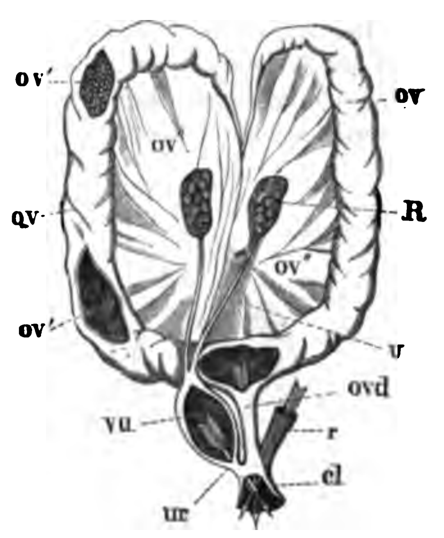



Fig. 274 a. Harn- und weiblicher Geschlechtsapparat von Lophius. *R* Nieren. *u* Harnleiter. *vu* Harnblase. *ur* Harnröhre. *cl* Cloake. *r* Rectum. *ovd* Gemeinsamer Eileiter. *ov* Schlauchförmige hohle Ovarien, an deren Innenfläche die Eier sich entwickeln. *ov'* Eröffnungen des Ovariums, um in seine Höhle einblicken zu können. *ov''* Gekröse der Ovarien.

Oft sind die Keimdrüsen nur scheinbar äusserlich unpaar, während sie im Innern der Länge nach durch ein Septum getrennt sind, wie Hyrtl dies an dem Ovarium und Hoden bei Fistularia serrata fand. Wo aber auch wirklich unpaare Ovarien bestehen, wie in den oben angegebenen Fällen (bei Balistes, Cobitis), zeigt sich doch dadurch die Tendenz zur Duplicitaet, dass das vordere Ende durch Einspaltung in zwei Hörner sich theilt, die bei Trachypterus iris, Oblata melanura u. a. selbst bemerklich gross sind (Hyrtl). Wenn nun schon das Unpaarwerden oft auf beiderlei Keimdrüsen ausgedehnt ist, so kommt es doch auch vor, dass, während das Ovarium unpaar ist, die Hoden paarig sind, wie Ophidium barbatum ein Beispiel liefert.

Manche Fische haben, wie die Vögel, nur desshalb ein Ovarium, weil das andere verkümmerte. So hat Mormyrus oxyrhynchns Auxis vulgaris nur ein linkes vollkommenes Ovarium mit linkem Eileiter, während das rechte entweder ganz untergegangen oder doch, wie bei Auxis, nur ein Rudiment davon vorhanden ist.

Bei den Amphibien sind die Ovarien und Eileiter stets paarig und symmetrisch in der Bauchhöhle, vor der Wirbelsäule, nahe bei den Nieren, gelegen.

Die Ovarien treten hier unter zweierlei Formen auf: Sie stellen

entweder einfache Säcke oder Schläuche — hohle Ovarien — (bei nackten Amphibien, Sauriern, Ophidiern) oder ähnlich, wie bei den Selachiern und Vögeln, Platten — solide Ovarien — dar.

Bei ersteren (Fig. 275) entwickeln sich die Eier auf der Innenfläche des Schlauches und werden durch eine Oeffnung nach vorn in die Leibeshöhle entlassen. Bei den soliden Ovarien entwickeln sich die Eier auf deren äusserer freier Oberfläche.

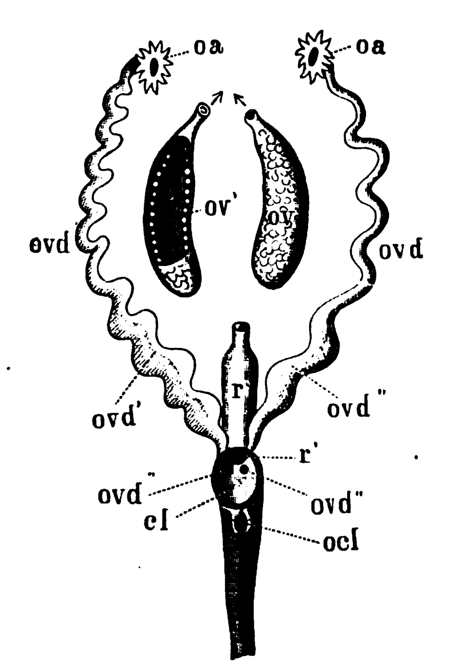



**Fig. 275.** Weiblicher Geschlechtsapparat bei den nackten Amphibien (halbschematisch). *ov* Hohle Ovarien, nach vornen offen. *ov'* Rechtes Ovarium geöffnet. *ovd* Eileiter. *ovd'* Erweiterung desselben (*uterus*). *oa* Abdominalmündung. *ovd''* Einmündung in die Cloake (*cl*). *r* Rectum. *ocl* Cloakenöffnung.

Manchmal sind die hohlen Eierstöcke, wie bei den ungeschwänzten Batrachiern, durch Einschnitte und Ausbuchtungen gleichsam gelappt und durch Septa im Innern in Zellen geschieden, in welchen die Eier sich entwickeln.

Hohle Eierstöcke besitzen sämmtliche nackte Amphibien, sowie die Ophidier und Saurier, während solide Ovarien bei den Cheloniern und Krokodilen sich finden.

Die Eileiter stehen nie mit den hohlen Eierstöcken, wie dies bei den Knochenfischen der Fall ist, im unmittelbaren Zusammenhang, sondern sind, wie dies nun auch bei allen höhern Wirbelthieren Regel ist, davon getrennt.

Sie stellen zwei lange, bald darmähnlich gewundene, bald gerade laufende, durch ein von einer Duplicatur des Bauchfells gebildetes Gekrös befestigte, häutige Röhren dar. Ihr vorderes Ende, — das oft sehr viel weiter nach vorn, als das Ovarium, bisweilen, wie bei Batrachiern u. a., ganz in die Nähe des Herzens zu liegen kommt, — trägt eine meistens mehr oder weniger trichterförmig erweiterte Oeffnung — Abdominalöffnung (*Ostium abdominale*) — dazu bestimmt, die vom Ovarium gelieferten Eier aufzunehmen.

Die Innenfläche der Eileiter ist meistens in starke Längsfalten gelegt und sondert das Eiweiss ab, welches dem Dotter einen Ueberzug gibt.

Die hintern Enden der Oviducte sind, bevor sie in die Cloake einmünden, meistens etwas erweitert, selbst dem Uterus ähnlich; besonders dann, wenn, wie bei den Salamandrinen, die Jungen darin sich entwickeln.

Clitorisbildungen, welche gleich der Ruthe der Männchen in der Cloake liegen, kommen nur bei den Cheloniern und Krokodilen vor.

Bei der weiblichen Pipa entwickeln sich auf der Rückenhaut zellenartige Vertiefungen, gleichsam Bruttaschen, in welche die Eier zu ihrer weiteren Entwicklung vom Männchen dem Weibchen aufgestrichen werden.

Eine Art Samentasche, der bei Wirbellosen vorkommenden analog, welche an der Cloake ansitzt, hat v. Siebold bei Salamandra atra, Triton alpinus, cristatus und taeniatus beobachtet, was diesen Thieren es möglich macht, viel früher, als die Reifung und Lösung der Eier erfolgt, mit den Männchen die Begattung einzugehen.

Bei den Vögeln (Fig. 276) sind Eierstock und Eileiter nicht mehr paarig, sondern unpaar und asymmetrisch, da mit wenigen Ausnahmen (wie beim Habicht, Sperber, Weihe, bei denen die beiderseitigen Ovarien und Oviducte vollkommen ausgebildet sind) der rechte Eierstock und Eileiter ganz untergeht und nur der linkseitige entwickelt bleibt, oder wenn, wie beim Adler, Geier und einigen Papageien, noch Rudimente von dem rechtseitigen vorhanden sind, doch diese functionsunfähig sind.

Fig. 276. Weiblicher Genitalapparat bei den Vögeln (halbschematisch). *ov* Linker Eierstock. *ovd* Linker Eileiter. *oa* Abdominalöffnung. *ovd'* Erweiterung (*uterus*), worin die Eier ihre Schale erhalten. *ovd''* Einmündung in die Cloake (*cl*). *ovd'''* Verkümmerter rechter Oviduct. *r* Rectum. *u* Ureter.

Diese Verminderung der Eier liefernden Organe durch den Wegfall eines Eierstockes, war bei den Vögeln schon zulässig, da es bei diesen nicht einer so grossen Zahl von Eiern bedurfte, als bei den Amphibien und Fischen, um die Fortpflanzung der Gattung sicher zu stellen. Denn während bei letzteren die Eier viel mehr schädlichen Einflüssen preisgegeben zu sein pflegen, in deren Folge von einer grossen Anzahl doch verhältnissmässig nur wenige zur Ausbildung gelangen, ist bei den Vögeln, welche den gelegten Eiern Pflege und Schutz zu Theil werden lassen, schon eine kleine Zahl ausreichend, um die Erhaltung der Gattung zu sichern.

Indess das Hauptmotiv für die Reduction der Eierstöcke und Eileiter ist wohl darin zu suchen, dass 1) es sich mit der Härte und Zerbrechlichkeit

der Eischalen nicht wohl vertragen haben würde, dass von zwei Eileitern Eier durch das Becken geführt werden, da zwei gleichzeitig angekommene sich gegenseitig zerdrücken mussten; 2) dass durch den Wegfall dieser Organe eine Verminderung des Körpergewichtes erlangt wurde, welche für die Flugbewegung der Vögel von so grosser Wichtigkeit ist.

Der Eierstock stellt eine Platte dar, an deren freier, quergefalteter Oberfläche die Eier, wie gestielte Beeren, sich entwickeln (s. Fig. 276 *ov*).

Der Eileiter (*ovd*), welcher auf der linken Seite liegend, neben dem linken Harnleiter darmähnlich gewunden und in ein Gekröse gelegt, herabläuft, beginnt mit einem trichterförmigen Ostium abdominale (*oa*), wonach er sich etwas verengt, um dann von neuem sich bauchig zu erweitern (*ovd'*). In letzterem Abschnitte, der einem Uterus vergleichbar ist, verweilen die Dotterkugeln so lange, bis sie ihren Eiweissüberzug und die Kalkschale erhalten haben, welche von der, in zahlreiche Längsfalten gelegten Innenfläche des Schlauches geliefert wird.

Gegen das Ende wird der Eileiter wieder etwas enger und mündet an der linken Seite in die Cloake ein (*ovd''*).

Nur bei wenigen Vögeln (einigen enten- und straussenartigen) kommt eine Clitoris vor, die, wie die Ruthe, in der Cloake liegt; bei den meisten fehlt sie.

### 2. Weiblicher Geschlechtsapparat der Säugethiere.

Bei den Säugethieren, bei welchen nicht allein innerhalb des weiblichen Körpers eine Zusammenführung des Sperma und der Eier, also eine innere Befruchtung statt hat, sondern auch die Entwicklung des Foetus bis zu seiner Reife innerhalb des weiblichen Körpers erfolgt, — besteht der weibliche Genitalapparat nicht bloss aus den Eierstöcken und Eileitern, sondern auch noch aus folgenden Hülfsorganen; nämlich

1) aus dem Fruchthälter (Fruchtsack, Gebärmutter) (*Uterus*), in welchem die Eier bis zur Reife der Frucht verweilen;
2) aus der Scheide (*Vagina*), durch welche bei der Begattung die Einführung des Sperma in die weibliche Geschlechtshöhle und die Ausführung der reifen Frucht erfolgt;
3) aus den, die äussere Geschlechtsöffnung umgebenden s. g. äusseren Schamtheilen (den Schamlippen und der weiblichen Ruthe) (*Clitoris*) und
4) aus den Milchdrüsen, deren Secret zur Ernährung der geborenen Jungen dient.

Die Eierstöcke stimmen in Bau, Gestalt und Zahl mehr oder weniger mit den menschlichen überein. Die Eier bilden sich in Graaf'schen Bläschen, die in ein faseriges Keimlager eingebettet sind. Nur bei dem

Maulwurf und Schnabelthiere (Fig. 277) entwickeln sich die Graaf'schen Follikeln auf der freien Fläche einer Faserplatte. Daher das Ovarium, wie bei Cheloniern und Vögeln, ein traubiges Aussehen hat. Die Zahl der von den Ovarien gelieferten Eier ist, wie bei dem Menschen, sehr viel kleiner, als bei den übrigen Wirbelthieren, ja selbst kleiner als bei den Vögeln. Dass die Ovarien der Säugethiere, obschon sie nicht eine grössere Zahl von Eiern zu produciren haben, als die der Vögel, auch die Eier durch ihren Verbleib im weiblichen Körper selbst noch viel mehr vor schädlichen Einflüssen, welche ihre Ausbildung gefährden könnten, geschützt bleiben, als bei diesen, dennoch ihre Duplicität wieder erlangen, hat seinen Grund wohl darin, dass hier diejenigen Verhältnisse, welche bei den Vögeln bestimmend auf die Zahl der Ovarien und Eileiter einwirkten, nicht mehr obwalten. Allerdings kommt doch auch unter den Säugethieren, nämlich bei dem Schnabelthier (s. Fig. 277) ein Beispiel von vogelähnlicher Bildung darin vor, dass auch hier das rechte Ovarium und der rechte Eileiter verkümmert und nur der linkseitige zur vollen Entwicklung gelangt, ohne dass man hierfür etwas Anderes geltend machen könnte, als dass überhaupt auch die übrige Organisation dieser Thiere viel Vogelähnlichkeit zeigt.

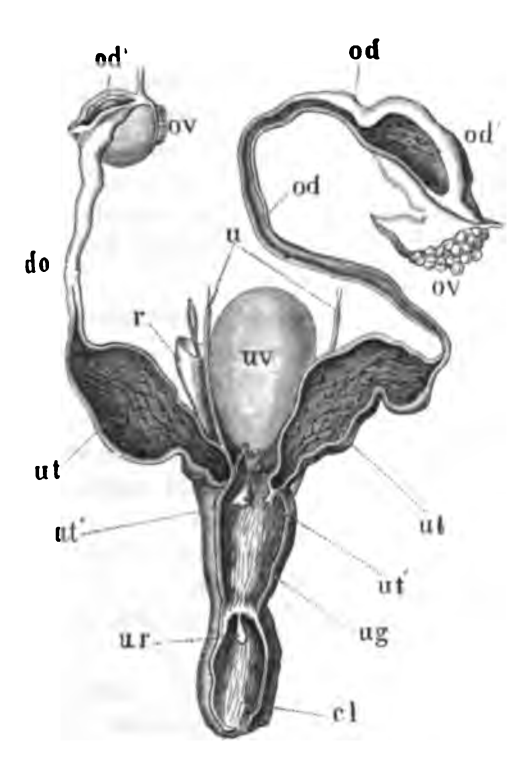



Fig. 277. Weiblicher Genitalapparat vom Schnabelthier (*Ornithorhynchus*) nach Owen. *ov* Ovarium. *od* Eileiter. *od'* Abdominalöffnung desselben. *ut* Uterus. *ut'* Einmündung in den Sinus urogenitalis (*ug*). *u* Ureter. *uv* Harnblase. *ur* Einmündung der Harnröhre in die Cloake (*cl*). *r* Rectum.

Die sonst paarigen Eileiter haben, wie beim Menschen, ein Ostium abdominale und Ostium uterinum, von denen das erstere entweder einen, von Franzen (Fimbrien) besetzten Trichter, der zur Aufnahme der die geplatzten Graaf'schen Follikeln verlassenden Eier dient, darstellt, oder, wie bei vielen Carnivoren und Robben, Wallross u. a. der Art eine, das Ovarium umfassende Kapsel bildet (Fig. 278), dass das Ei nur in den Eileiter ge-

langen, nicht aber in die Bauchhöhle fallen kann, also auch eine Graviditas abdominalis hier nicht möglich ist. Es bahnt dies gleichsam das Verhältniss an, welches Ovarium und Eileiter bei den Knochenfischen zeigt.

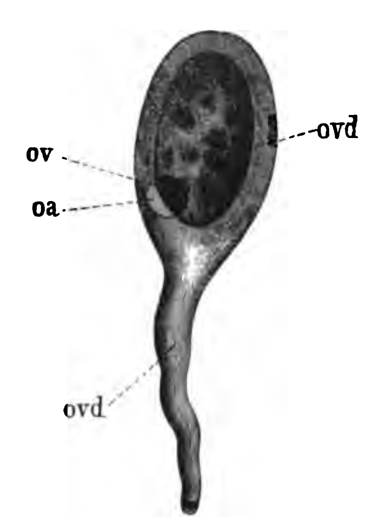



**Fig. 278.** Ovarium vom Wallross (*Trichechus rosmarus*). *ov* Ovarium, kapselartig von dem abdominalen Ende (*ovd*) des Eileiters umschlossen. *oa* Ueberrest des Ostium abdominale.

Der Uterus, welcher an seinem einen Ende die Eileiter aufnimmt (Ostium uterinum tubae) und mit seinem andern in die Scheide einmündet (Muttermund)(*Orific. uteri*) ist bestimmt, den Eiern eine Stätte zu bieten, wo sie verweilen können, bis die Entwicklung der Jungen aus denselben so weit gediehen ist, dass diese ausserhalb des mütterlichen Leibes ihr Leben fortsetzen können.

Ungeachtet dieser gemeinsamen Aufgabe, zeigt doch seine Gestaltung und sein Zusammenhang mit Eileitern und Scheide so grosse Verschiedenheiten, wie kaum ein anderes Organ in höherem Maasse, die man indess alle doch auf nachfolgende Formen zurückführen kann.

1) Einfacher Uterus (*Uterus simplex*) (Fig. 279 A), wenn er, wie der menschliche, von flaschen- oder birnförmiger Gestalt ist und eine einfache Höhle enthält (Affen, Chiropteren).

2) Zweihörniger Uterus (Fig. 279 B), wenn sein Grund zwischen den beiden Eileitern mehr oder weniger tief eingeschnitten ist und dadurch in zwei, gegen die Eileiter hin allmälig sich verengende, hornartig gekrümmte Ausläufer, sog. Hörner, getheilt ist, welche die Stätte abgeben, in welcher die Eier sich festsetzen und die Entwicklung der Embryonen stattfindet.

Wo die Hörner nur kurz sind, wie bei Carnivoren, Edentaten, Insectivoren, manchen Nagern, Halbaffen u. a., nennt man einen solchen Fruchthälter — *Uterus divisus* —, während er im engern Sinne des Wortes zweihörniger (*Uterus bicornis*) dann vorzüglich genannt wird, wenn die Hörner sehr lang und gewunden sind, wie dies besonders bei den Wiederkäuern, Pachydermen, Einhufern und Cetaceen der Fall ist.

3) Doppelter Uterus (*Uterus duplex*) heisst der Fruchthälter dann, wenn sein Körper nicht allein eine durch eine Scheidewand getrennte doppelte Höhle hat, sondern auch diese mit zwei getrennten Oeffnungen (doppelter Muttermund) in die Scheide einmündet, wie man dies bei einigen Nagern (Hasen, Mäusen, Murmelthieren, Bibern u. a.) findet (Fig. 279 C).

4) **Doppelter Uterus**, verbunden mit **Duplicität der Scheide** (*Uterus duplex cum vagina duplici*), findet man bei den Beutelthieren, bei welchen die Uteri nicht allein im Innern, sondern auch äusserlich vollständig getrennt sind, wo dann ein jeder je einen Eileiter aufnimmt und in 2 Scheiden

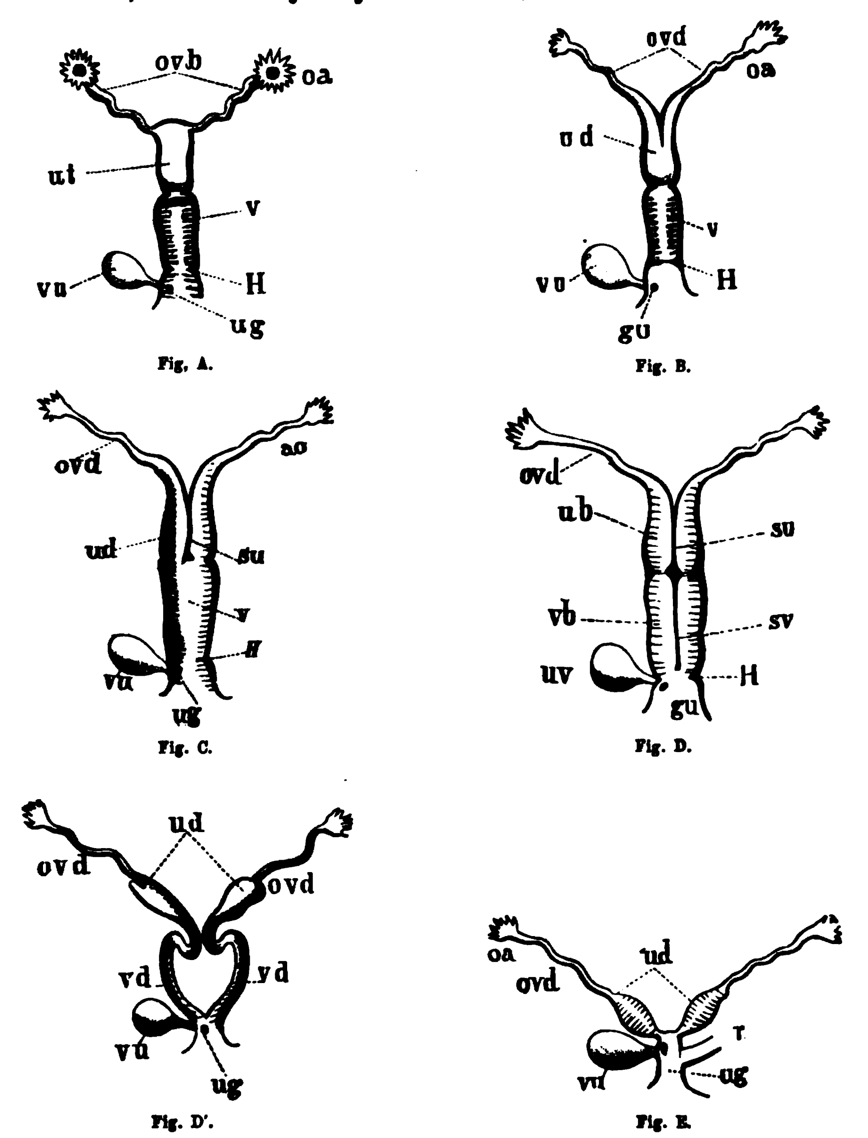



Fig. 279 A—E. Schemata der verschiedenen Formen des Uterus und der Scheide bei den Säugethieren. A. Uterus simplex. B. Uterus divisus und bicornis. C. Uterus duplex. D. D'. Uterus duplex cum vagina duplici. Fig. 279 D ist die Form, wie sie anomal beim Menschen bisweilen vorkommt. D' Uterus duplex cum vagina duplici bei Beutelthieren. E. Uterus duplex sine vagina. Die Bezeichnung ist für alle gleich. *ovd* Eileiter. *oa* Ostium abdominale. *u* Uterus. *ub* Uterus bicornis. *ud* Uterus duplex. *su* Septum uteri. *v* Vagina. *vd* Vagina duplex. *sv* Septum vaginae. *vu* Harnblase. *ug* Sinus urogenitalis (*Vestibulum vaginae*). *H* Hymen.
(In Fig. B steht unrichtig *vd* anstatt *vb*; in Fig. D sollte *ud* statt *ub* unb *vd* statt *vb* stehen.)

überführen (Fig. 279 D). Letztere zeigen nur das Eigene, dass sie zwei henkelartig gekrümmte und nur an ihrer Ausmündung wieder zusammengehende häutige Kanäle darstellen (Fig. 279 D *vd*), die bei dem Känguruh an ihrem Uterin-Ende noch eine blind nach unten gerichtete sackartige Erweiterung bilden (Fig. 280).

5) Doppelter Uterus mit Mangel der Scheide (*Uterus duplex sine vagina*) ist der bei den Monotremen vorkommende Fall, wo die zwei Uteri, wie bei den Vögeln und Amphibien, nur eine Erweiterung der Enden der Eileiter darstellen, die, statt in eine Scheide sich fortzusetzen, einfach in die Cloake einmünden (Fig. 277 und 279 E).

Die Scheide (*Vagina*) stellt einen verschieden langen und verschieden weiten häutigen Schlauch dar, in dessen vorderes (Uterin-) Ende der Uterus einmündet und dessen hinteres in die äussere Geschlechtsöffnung (Fig. 281) übergeht und durch diese unter dem After nach aussen führt. An ihrem vordern Ende, oft auch in der Mitte, selten an ihrem hintern Ende findet sich bei vielen Säugethieren (Einhufern, Wiederkäuern, Carnivoren, Affen u. a.) die der menschlichen Scheide nie fehlende Scheidenklappe, beim Menschen Jungfernhäutchen (*Hymen*) genannt, häufig vor.

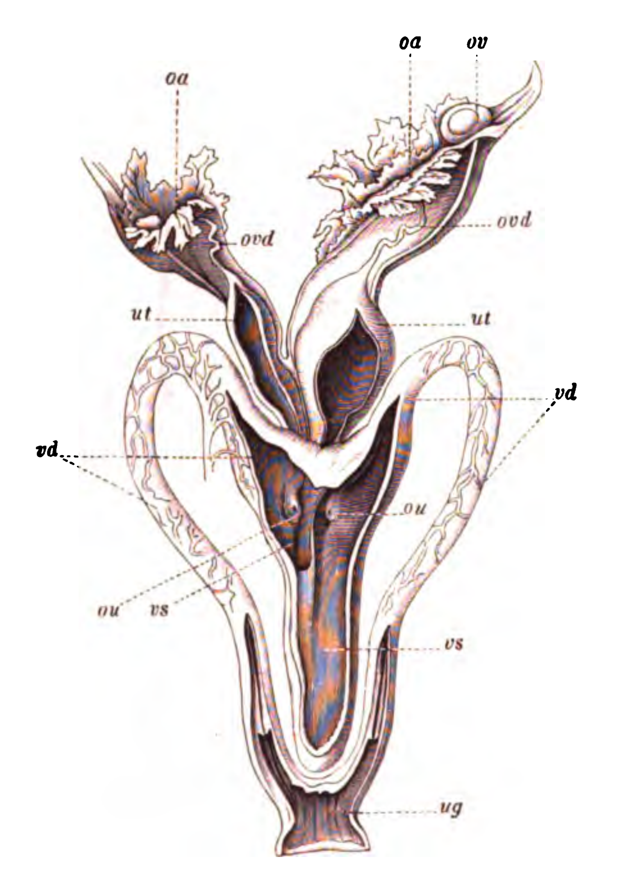



**Fig. 280.** Weiblicher Geschlechtsapparat des Känguruh (*Halmaturus*) (nach Newport). *ov* Ovarium. *ovd* Oviductus. *oa* Ostium abdominale. *ut* Uterus duplex. *ou* Orificium uteri externum. *vd* Vagina duplex, henkelartig gekrümmt. *vs* Blindsackförmiger Anhang beider Scheiden. *ug* Vestibulum vaginae (*Sinus urogenitalis*), worin beide Scheiden münden.

Oft ist die Oeffnung, welche davon umkreist wird, doppelt (*Hymen cribosus*) und kann sich hiervon noch eine niedrige Falte der Schleimhaut, als An-

deutung eines unvollkommenen Septums, mehr oder weniger weit in die Scheide hinauf erstrecken.

Das Besondere, was die Scheide bei einigen Säugethieren darbietet, besteht darin, dass sie einerseits ganz fehlen kann, wie bei den Monotremen, wo statt ihrer nur eine Cloake sich findet, anderseits aber auch doppelt sein kann, wie solches bei den Beutelthieren der Fall ist. Bei manchen Säugethieren finden sich neben der Scheide herabziehende, enge Gänge — Scheidenkanäle oder Gartner'sche Gänge — vor (Fig. 281 a), welche in das hintere Ende der Scheide einzumünden pflegen und ein Ueberrest des beim weiblichen Geschlechte sonst ganz untergegangenen Wolff'schen Ganges sind. In den Eingang der Scheide, aber noch vor dem Hymen, münden bei manchen Säugethieren, besonders bei den Wiederkäuern, wo sie Duverney bei der Kuh entdeckte, auch zwei Drüsen, — die Duverney'schen oder Bartholini'schen Drüsen — mit ihrem Ausführungsgange ein (Fig. 282).

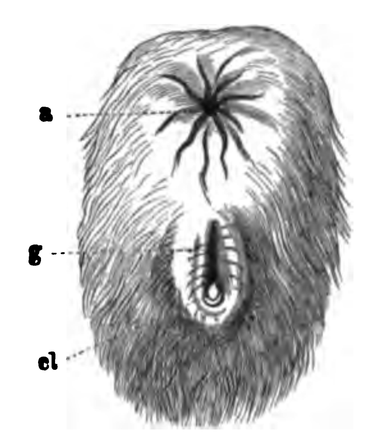


Fig. 281. After (a) und äussere Genitalöffnung (g) vom Kalbe (*Vitulus*). *cl* Clitoris.

Für die grossen Verschiedenheiten, welche Uterus und Scheide bei den Säugethieren darbieten, lässt sich leicht ein Verständniss gewinnen, wenn man die Umwandlung kennen lernt, welche die allen Säugethieren für beide Geschlechter gemeinsame embryonale Geschlechtsanlage erleidet.

Diese Anlage (vgl. S. 243), aus der sowohl der männliche, wie der weibliche Geschlechtsapparat hervorgeht, ist 1) die Geschlechtsdrüse, 2) der Wolff'sche Körper mit seinem in den Sinus

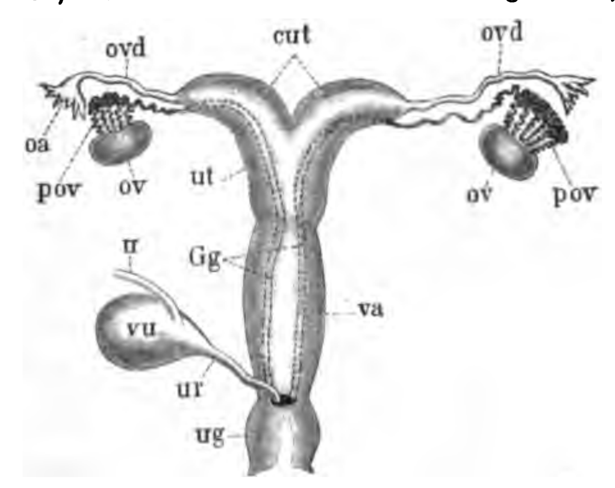
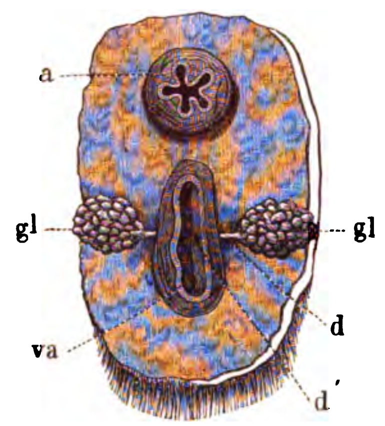


Fig. 281 a. Schema des weiblichen Geschlechtsapparates bei Säugethieren (nach Leuckart). *ov* Ovarium. *pov* Parovarium. *ovd* Oviductus. *oa* Ostium abdominale. *ut* Uterus. *cut* Cornua uteri. *va* Vagina. *Gg* Gartner'sche Gänge. *u* Ureter. *vu* Vesica urinaria. *ur* Urethra. *ug* Vestibulum vaginae (*Sinus urogenitalis*).

urogenitalis einmündenden Ausführungsgange, und 3) der **Müller'sche Gang** (Fig. 283).



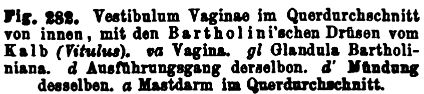



**Fig. 282.** Vestibulum Vaginae im Querdurchschnitt von innen, mit den Bartholini'schen Drüsen vom Kalb (*Vitulus*). *va* Vagina. *gl* Glandula Bartholiniana. *d* Ausführungsgang derselben. *d'* Mündung desselben. *a* Mastdarm im Querdurchschnitt.

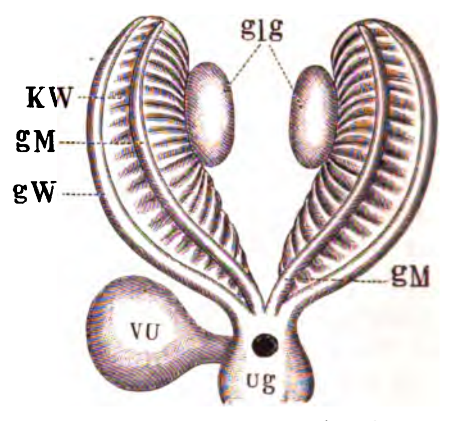



**Fig. 283.** Schema der embryonalen Anlage der innern Geschlechtsorgane bei Säugethieren. *glg* Geschlechtsdrüse (Hoden oder Eierstock) vor der Differenzirung. *KW* Wolff'scher Körper. *gW* Ausführungsgang desselben. *gM* Müller'scher Gang. *ug* Canalis urogenitalis. *vu* Harnblase, in den vorhergehenden einmündend.

Wenn aus dieser ursprünglichen Geschlechtsanlage zur Zeit, wo durch weitere Differenzirung die Entwicklung des Geschlechtes sich entscheidet, der **männliche** Geschlechtsapparat werden soll, so wird die Geschlechtsdrüse (Fig. 283 *glg*) zum Hoden und aus dem vordern Theile des Wolff'schen Körpers (*KW*), dessen Blinddärmchen mit den unterdessen entwickelten Samenkanälchen der Keimdrüse sich verbinden, bildet sich der **Nebenhode** und aus dem Wolff'schen Gange der **Samenleiter** hervor, während der Müller'sche Gang unverwendet bleibt und desshalb untergeht. Bei der Entwicklung des **weiblichen** Geschlechtsapparates wird ausser der Geschlechtsdrüse nur der Müller'sche Gang verwerthet, während der Wolff'sche Körper mit seinem Gange unbenützt bleibt, daher allmälig verkümmert. Aus der Geschlechtsdrüse wird der Eierstock und aus dem Müller'schen Gange entwickeln sich der Eileiter, Uterus und die Scheide. Das Anfangsstück des Müller'schen Ganges wird zum Eileiter, der an seinem freien Ende ein Ostium abdominale erhält, während das Endstück, welches in den Sinus urogenitalis, nach innen vom Wolff'schen Gange, einmündet, durch Erweiterung zum Uterus und zur Scheide sich umwandelt. Wo die Enden der beiden Müller'schen Gänge nur eine einfache Erweiterung erfahren, geht daraus **die Form** des Geschlechtsapparates hervor, wie sie die **Monotremen** darbieten (Fig. 277 u. 279 E), denen eine eigentliche Scheide noch abgeht. Grenzt sich aber jene Erweiterung im Innern in zwei Abtheilungen ab, so stellt die obere den Uterus und die untere die Scheide dar, so dass hier **zwei Uteri und zwei Scheiden** bestehen (Fig. 279 D), ein Fall,

wie ihn die Beutelthiere zeigen, nur mit dem Unterschiede, dass die beiden Scheiden nicht aneinander liegen blieben, sondern aus einander weichen und eine eigenthümliche hänkelartige Krümmung beschreiben (Fig. 279 D''), wodurch sie eine auffallende Gestalt erhalten. Beim Känguruh wird diese dadurch noch modificirt, dass die obern Enden beider Scheiden eine blindsackartige Ausstülpung nach unten bilden (vergl. Fig. 280).

Wenn das Septum (Fig. 279 D, *sv)* zwischen den, zu den Scheiden erweiterten Enden der Müller'schen Gänge schwindet und dadurch die beiden Scheiden zu einer zusammenfliessen, während die Trennung der beiden Uteri *(su)* fortbesteht, entsteht der Uterus duplex mit einfacher Scheide (Fig. 279 C). Schwindet die Trennung der beiden Scheiden nicht vollständig, sondern bleibt noch dieselbe theilweise zurück, fliessen namentlich die getrennten Eingänge in die Scheide (Fig. 279 D *H)* nicht auch zu einer gemeinsamen Oeffnung zusammen, so gibt das Fortbestehen dieser Trennung des Scheideneinganges Anlass zu dem Hymen cribrosus. Die Fälle, wo man, wie öfter beim Menschen schon beobachtet wurde, anomaler Weise, statt eines Uterus und einer Scheide, einen doppelten Uterus mit doppelter Scheide findet, sind durch Fortbestehen des Septums zwischen dem Uterus und den Scheiden veranlasst. Schwindet das Septum zwischen den beiden Scheiden, während das der beiden Uteri verbleibt, so veranlasst dies einen Uterus duplex. Schwindet aber auch der Theil des Septum uteri, welcher der Scheide zunächst liegt, so entwickelt sich daraus der Uterus bicornis und divisus (Fig. 279 B). Verwachsen die beiden Hörner des Uterus in ihrer ganzen Länge mit einander und schwindet auch das hierdurch gebildete Septum zwischen beiden, so endigt diese Umwandlung der Müller'schen Gänge mit der Herstellung des Uterus simplex (Fig. 279 A).

Wenn nun auch der Wolff'sche Körper mit seinem Gange nicht beim weiblichen, und der Müller'sche Gang nicht beim männlichen Geschlechtsapparat Verwendung finden, und desshalb, weil ohne Function, sich zurückbilden, so bleiben doch sehr oft Reste von ihnen erhalten, die zeigen, dass diese Gebilde, obwohl sie an dem Aufbau des betreffenden Apparates keinen Antheil nehmen, doch, anfänglich wenigstens, das Bestreben hatten, ähnlich sich umzugestalten, als es der Fall ist, wenn daraus die oben bezeichneten Theile des Geschlechtsapparates sich entwickeln. So bleiben, wenn aus der Geschlechtsanlage der männliche Apparat hervor sich entwickelt, Reste des Anfangstheils und des Endes des Müller'schen Ganges sehr oft zurück. So ist das am Kopfe des Nebenhodens gewöhnlich vorkommende gestielte Bläschen, sog. Morgagni'sche Hydatide (Fig. 284 *mh)* nur ein Ueberrest des freien Endes des Müller'schen Ganges. Ebenso ist das birnförmige oder wohl auch nach Art eines Uterus bicornis gestaltete

Bläschen (Fig. 284 *oW*), das man bei vielen Thieren und beim Menschen zwischen den Enden der Samenleiter findet und in die Urethra d. h. in den Sinus urogenitalis einmündet — sog. Weber'sches Organ —, nur die Folge einer Umgestaltung der Enden der Müller'schen Gänge, derjenigen ähnlich, welche auch eintritt, wenn daraus Uterus und Scheide hervorzugehen hat. Daher dieses Gebilde Utriculus masculinus genannt wurde.

Ebenso verhält es sich mit dem Wolff'schen Körper und seinem Ausführungsgange, wenn aus der Geschlechtsanlage der weibliche Apparat

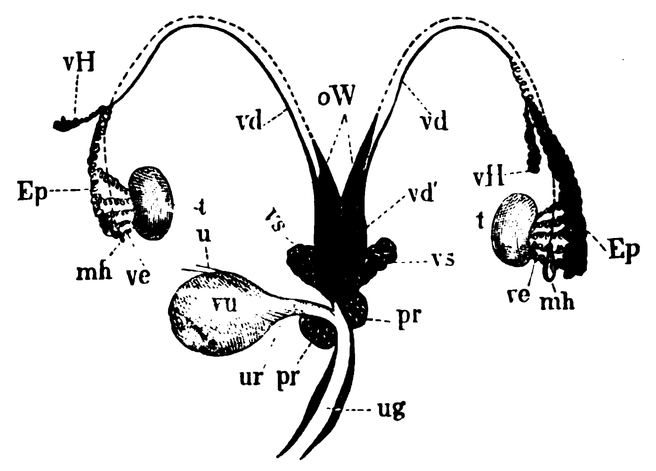



**Fig. 284.** Schema des männlichen Geschlechtsapparates der Säugethiere (nach Leuckart). *t* Hoden. *Ep* Nebenhoden. *mh* Morgagni'sche Hydatide. *ve* Vasa efferentia. *vH* Vas aberrans Halleri. *vd* Vas deferens. *oW* Weber'sches Organ. *vd'* Erweitertes Ende des Vas deferens. *vs* Vesiculae seminales. *pr* Prostata. *vu* Vesica urinaria. *ur* Urethra. *ug* Canalis urogenitalis, Fortsetzung der Harnröhre.

hervorgehen soll. Obschon er dabei nicht verwerthet wird und desshalb einer allmäligen Rückbildung anheimfällt, zeigt sich doch auch anfänglich bei ihm das Bestreben, eine Umwandlung derjenigen ähnlich zu erfahren, welche eintritt, wenn er zur Ausbildung des männlichen Apparates dienen soll. Nämlich diejenigen Blinddärmchen, welche beim männlichen Geschlechte durch grössere Entwickelung in die Länge und Verbindung mit den Drüsenkanälen des Hodens zu den Vasa efferentia testis werden, und ebenso der Wolff'sche Gang, der durch grössere Längeentwicklung und geschlängelten Verlauf zu dem Nebenhoden und Samenleiter wird, — zeigt auch beim weiblichen Geschlechte anfänglich eine ähnliche Umwandlung und gibt Anlass zu jenem, dem Nebenhoden nicht unähnlichen Gebilde, das man nach dem Vorgange von Kobelt Nebeneierstock (*Parovarium*) bezeichnet und zwischen Ovarium und Tube zu liegen pflegt (Fig. 281 a *pov*). In gleicher Weise sind auch die sog. Gartner'schen Gänge oder Scheidenkanäle der Wiederkäuer nichts anderes als Ueberreste der Wolff'schen Gänge, die offen geblieben sind (Fig. 281 a *Gg*).

Die Milchdrüsen *(Mammae)* oder Euter der Säugethiere sind bestimmt, ein Secret, — die Milch — zu liefern, durch welches die geborenen Jungen noch eine Zeit lang genährt werden, bis sie so weit gekommen sind, um ihre Nahrung selbst zu suchen. Zahl und Lage dieser Drüsen sind sehr verschieden. Jede pflegt eine Zitze — oder Warze (*Papilla mammae*), die von den Ausführungsgängen durchbohrt wird, äusserlich zu tragen, so dass die Zahl der letztern die Zahl der Drüsen verräth. Indess gibt es doch auch hievon Ausnahmen. So haben die Beutelthiere vier Zitzen, aber nur zwei Drüsen, eine rechte und eine linke (Fig. 285). Der Zitzen finden sich entweder, wie beim Menschen, nur ein Paar vor; so z. B. bei Affen, Chiropteren, Einhufern, Faulthieren, Sirenen, einigen Wiederkäuern, (Schaafen und Ziegen), während die Pachydermen und die andern Wiederkäuer, sowie die Carnivoren, Insectivoren, Nager, Beutelthiere u. a. 4 — 12 Zitzen haben. Die Zahl der Mündungen der Ausführungsgänge der Drüse, von welchen die Zitze durchbohrt wird, ist auch verschieden und kann von einem bis auf etwa 10 steigen. Bei der Kuh, Ziege u. a. Wiederkäuern verbinden sich die Gänge vor ihrer Ausmündung zu einem grossen, im Innern fächerigen Sinus, der mit nur einfacher Oeffnung nach aussen mündet. Nicht geringe Verschiedenheiten zeigt auch die Grösse der Zitzen, indem bei dem einen, wie besonders bei Beutelthieren (Fig. 285), Wiederkäuern u. a. sie sehr gross und lang, bei andern dagegen klein sind, ja, wie bei Monotremen (Fig. 286), ganz fehlen. Hier werden die Drüsen von einem Hautmuskel (Fig. 287 *m*) bedeckt, durch den sie comprimirt werden können, offenbar um die Milch aus den Gängen auszupressen, da die Jungen sie nicht durch Saugen herausziehen können.

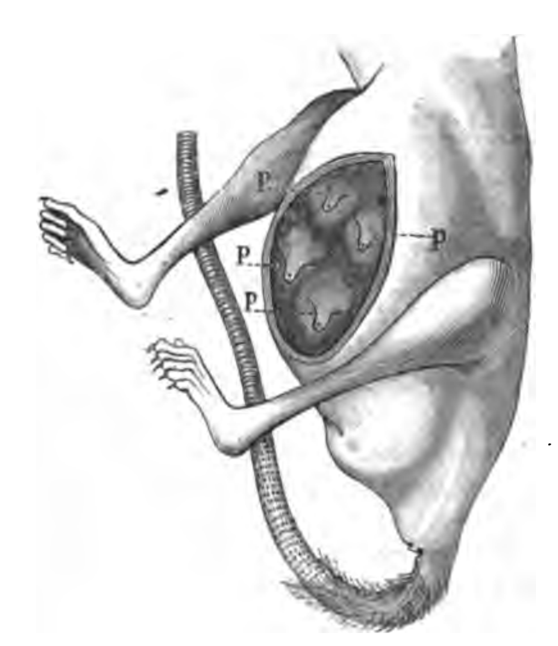


Fig. 285. Der Beutel von Didelphis marsupialis mit den im Grunde desselben befindlichen langen Zitzen (*P*), deren vier vorhanden sind, denen aber nur zwei Drüsen, eine rechte und linke entsprechen.

Was die Lage der Brustdrüsen betrifft, so findet sie sich bald, wie beim Menschen, nur am Thorax (bei Affen, Chiropteren, Faulthieren, Ele-

phanten u. a.), bald am Thorax und Bauche, bald nur an letzterem, oder selbst an der Schoosgegend.




**Fig. 286.** Areola mammae mit mangelnder Brustwarze vom Schnabelthier (*Ornithorhynchus paradoxus*, nach Owen). *ar* Areola mit den Mündungen der Milchgänge.

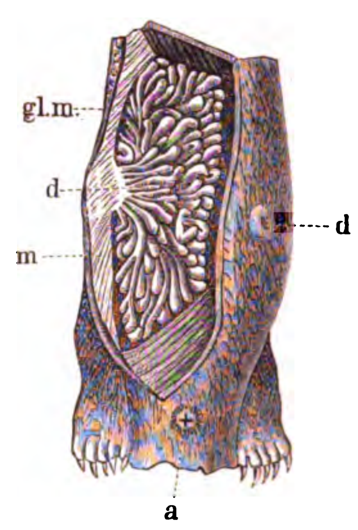



**Fig. 287.** Brustdrüse des Schnabelthiers (nach Meckel). *gl.m* Blinddarmförmige Drüsenschläuche. *d* Milchgänge. *d* (rechts) Warzenlose Stelle mit den Oeffnungen der Milchgänge der andern Seite.

Bei den Beutelthieren liegen sie in einer durch Duplicatur der Bauchhaut gebildeten Tasche, dem sog. Beutel (*Marsupium*), der bestimmt ist, die noch unreif geborenen Jungen bis zur völligen Reifung aufzunehmen (Fig. 285).

Bezüglich des Baues der Milchdrüse, der mit dem der menschlichen Brustdrüse übereinzukommen pflegt, ist nur der Abweichung hier Erwähnung zu thun, welche die Milchdrüse der Monotremen (Fig. 287) und Cetaceen in so weit darbietet, als dieselbe nicht eine acinöse Form hat, sondern aus zum Theil wenig verästelten, im Innern zelligen Blinddärmchen, die zu den Ausführungsgängen zusammenfliessen, gebildet wird.

---

## B. Geschlechtsapparat der wirbellosen Thiere.

v. Baer, die Selbstbefruchtung einer Schnecke, in Müller's Archiv. 1835. S. 224. — Baudelot, Recherches sur l'appareil générateur des Mollusques gastéropodes, in Ann. de sc. nat. 4me Sér. T. 19. pag. 136 et 268. — v. Beneden, Recherches sur l'anatomie etc. des Bryozoaires, in Mém. de l'académie royale des sciences et belles lettres de Bruxelles. Bd. 18. (1845). — Blanchard, Sur l'organisation des Vers, in Ann. de sc. n. 3me Sér. T. 8. pag. 271. — Brandt u. Ratzeburg, Med. Zool. Bd. II. — V. Carus, Icones Zootom. Lipsiae 1857. — Claus, Die freilebenden Copepoden. Leipzig 1863. S. 63. — Claparède, Beobachtungen üb. Anat. u. Entw. wirbellos. Thiere. Leipzig 1863. — Cloquet, Anatom. des Vers intestinaux. Paris 1824. — Cuvier, Mémoire pour servir à l'histoire et l'anatomie des Mollusques. Paris 1817. — Derselbe, Le régne animal. Paris. — Dufour, Etudes anatomiques etc. sur les Insectes Diptères de la famille de Pupipares, in Ann. de sc. n. 3me Sér. T. 3. pag. 49. — Derselbe, Fragments anatomiques sur quelques coléoptères, in Ann. de sc. n. 4me Sér. T. 9. pag. 5. — Milne Edwards, Observations sur divers Mollusques, in Ann. de sc.

n. 2de Sér. T. 18. pag. 321. — Ehrenberg, Die Acalephen des rothen Meeres, Berlin 1836. — Fabre, Recherches sur l'anat. etc. des Myriapodes, in Ann. de sc. n. 4me Sér. T. 3. pag. 257. — Feider, De Haliotidum structura. Diss. Hal. 1814. — Filippi. Deuxième mém. pour servir à l'histoire génétique des Trematodes. Turin 1855. — Frey u. Leuckart, Beiträge z. Kenntniss d. wirbell. Thiere. Braunschweig 1847. — Gegenbaur, Bemerkungen üb. d. Geschlechtsorgane von Actaeon, in Zeitschr. f. w. Zool. Bd. V. 436. — Derselbe, Ueber d. Pteropoden u. Heteropoden. Leipzig 1855. — Greef, in Wiegmann's Archiv 1864. S. 361. — Grube, Zur Anatomie der Kiemenwürmer. Königsberg 1830. — Derselbe, Versuch einer Anatomie von Sipunculus nudus, in Müller's Archiv 1837. S. 255. — Häckel, Die Familie der Rüsselquallen, in d. Jenaischen Zeitschrift. Bd. I. S. 433, u. Bd. II. S. 93. — Henle, Branchiobdella u. d. Deutung der innern Geschlechtstheile bei den Annaliden und hermaphroditischen Schnecken, in Müller's Archiv. 1835. S. 574. — Hering, Zur Anatomie etc. der Generationsorgane d. Regenwurmes, in Zeitschr. f. w. Zool. Bd. 8. S. 400. — Hollard, Monographie anatomique du genre Actinia in Ann. de sc. nat. 3meSér. T. 15. — Kölliker, Beitr. z. Kenntniss d. Geschlechtsverhältnisse etc. d. wirbellos. Thiere. Berlin 1841. — Krohn, Ueb. d. Larven v. Sipunculus nudus u. d. Sexualverhältnisse d. Sipunculiden, in Müller's Archiv. 1851. S. 398. — Lacaze-Duthiers, Armure génitale des Insectes, in Ann. de sc. nat. 3me Sér. T. 12. — Leydig, Lehrbuch d. Histologie. S. 528. — Derselbe, Z. Anat. d. Insecten, in Müller's Archiv. 1859. S. 149. — Derselbe, ebenda, 1854. S. 278. — Derselbe, Ueb. Paludina vivipara, in Zeitschr. f. w. Zool. Bd. 2. S. 181.— Derselbe, Z. Anatom. d. Lungenschnecken, im Archiv f. mikrosk. Anatomie v. M. Schultze, Bd. I. S. 61. — Derselbe, Eierstock und Samentasche d. Insecten, in nov. act. academ. Caesar. Leopold. T. 33. Dresden 1867. — R. Leuckart, Zool. Untersuchung. Giessen 1853—54. Hft. 1—3. — Derselbe, Die Fortpflanzung u. Entw. d. Pupiparen. Halle 1858. — Leue, De Pleurobranchaea. Diss. Hal. 1813. — Lieberkühn, Beitr. z. Anatomie d. Nematoden, in Müller's Archiv 1858. S. 320. — Fr. Meckel, Beitr. z. vergl. Anatomie, Bd. I. — Derselbe, In dessen Archiv für Phys. Bd. VII. S. 172. — Derselbe, in dessen Archiv f. Anatomie 1826. — H. Meckel, Geschlechtsapparat einiger hermaphroditischer Thiere, in Müller's Archiv 1844. S. 473. — Meissner, Beitr. z. Anat. etc. v. Mermis albicans, in Zeitschr. f. w. Zool. Bd. 5. — Derselbe, Z. Anatom. etc. d. Gordiaceen, ebenda Bd. 7. — J. Müller, Z. Anatomie d. Scorpions, in Meckel's Archiv. 1828. S. 53. — v. Nordmann, Micrograph. Beiträge zur Naturgeschichte der wirbellosen Thiere. Berlin 1832. Heft 1 und 2. — Owen, Cephalopoda, in Todd's Cyclopaedia. Vol. I. — A. Pagenstecher, Trematodenlarven und Trematoden. Heidelberg 1857. — Paasch, De Gasteropodum systemate genitali et uropoëtico. Diss. Berolin. 1842. — Peters, Ueb. d. Fortpflanzungsorgane von Sipunculus, in Müller's Archiv. 1850. S. 332. — Derselbe, Das Geschlecht d. Seeigel, ebenda, 1840. S. 143. — Derselbe, Bau der Needham'schen Körper, ebenda. 1840. S. 98. — Quatrefages, Mémoire sur quelques Planaires marines, in Ann. de. sc. nat. 3me Sér. T. 4. pag. 163. — O. Schmidt, Die rhabdocoel. Strudelwürmer. Jena 1848. — Schneider, Monographie d. Nematoden. Berlin 1866. — Semper, Beitr. z. Anat. d. Pulmonaten, in Zeitschr. f. w. Zool. Bd. 8. S. 381. — Derselbe, Reisebericht, ebenda. Bd. 14. S. 420. — M. Schultze, Beitr. z. Naturgeschichte d. Turbellarien. Greifswalde 1851. — Derselbe, Die männl. Geschlechtsorgane d. Campanularia geniculata, in Müller's Archiv. 1850. S. 53. — v. Siebold, Lehrb. d. vergl. Anatomie d. wirbellosen Thiere. Berlin 1848. — Derselbe, Beitr. z. Naturgesch. d. wirbellos. Thiere. Danzig 1839. — Stein, Vergl. Anat. d. Insecten. Berlin 1847. — Derselbe, De Myriapodum partibus genitalibus. Berol. 1841. (Diss.), u. in Müller's Archiv 1842. S. 238. — Derselbe, der Organismus d. Infusionsthiere. Leipzig. 1859—66. — Stiebel, Lymnaei stagnalis anatome. Diss. Götting. 1815. — Strauss-Dürckheim, Considérations générales sur l'anatomie comparée des animaux articulés etc. Paris 1828. — Suckow, Anat.-physiol. Untersuchung der Insecten und Krustenthiere. Heidelberg 1818. — Tiedemann, Anat. der Röhrenholothur. etc. Landshut 1816. — Treviranus, Ueber d. Zeugungstheile etc. der Mollusken, in dessen Zeitschrift f. Physiol. Bd. I. u. IV. — G. Walter, Beiträge zur Anatomie von Oxyuris ornata, in Zeitschr. f. w. Zool. Bd. 9. S. 485. — G. Wagener, Helminthol. Bemerkungen, in Zeitschr. f. w. Zool. Bd. 9. S. 73. — R. Wagner, Icones zootomicae. Lipsiae 1841. — Derselbe, Bau d. Pelagia noctiluca etc. Leipzig 1841. — v. Wittich, Die Entstehung d. Arachnideneies im Eierstock, in Müller's Archiv. 1849. S. 113. — Wohnlich, De Helice pomatia. Diss. Wirceburgi 1813. — Zenker, Ueb. d. Geschlechtsverhältnisse d. Gattung Cypris, in Müller's Archiv. 1850. S. 193. —

## 1. Männlicher Geschlechtsapparat.

Der männliche Geschlechtsapparat der Wirbellosen ist nach dem gleichen Plane angelegt, wie derjenige der Wirbelthiere. Er besteht daher zunächst auch

a) aus Hoden und

b) aus Samenleitern.

Indess bei den meisten Wirbellosen, besonders den höher organisirten Arthropoden, Mollusken und selbst den Würmern, gesellen sich auch noch, wie bei den Säugethieren

c) drüsige Gebilde, sog. Anhangsdrüsen bei, welche den Samenwegen anhängen und der Prostata, den Samenblasen und Cowper'schen Drüsen vergleichbar sind, sowie

d) Begattungsorgane, ruthenartige Gebilde, welche, gleich der Säugethierruthe, meistens von dem gemeinschaftlichen Samengange durchbohrt werden.

Die Hoden sind bei den Thieren mit symmetrischem Körperbau paarig und meistens zu zwei vorhanden, bisweilen aber auch, namentlich bei Thieren mit schmalem, länglichem Körper in grösserer Zahl zugegen, wie bei Myriapoden (Fig. 288), dem Blutegel, wo die Zahl bis auf neun Paar und mehr steigen kann. Da wo die Hoden in der Mittellinie nahe beisammen liegen, können sie theilweise oder ganz mit einander verschmelzen und so eine 3lappige, wie bei Astacus unter den Crustaceen (Fig. 289) oder auch eine 1lappige Masse bilden, wovon aber doch 2 Samenleiter abgehen. Bei Thieren mit asymmetrischem Körper, wie bei den Cephalopoden unter den Mollusken, pflegt auch nur ein unpaarer und asymmetrischer Hoden vorhanden zu sein, von dem aber nur ein Samenleiter abgeht (Fig. 290).

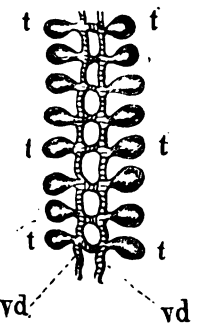



Fig. 288. Männliche Geschlechtsorgane von Julus foetidus (nach Stein). *t* Hoden. *vd* Vasa deferentia durch Queräste mit einander verbunden.

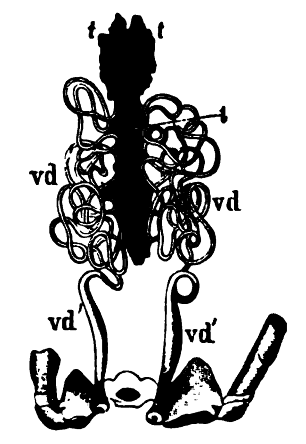



Fig. 289. Männliche Geschlechtsorgane von Astacus fluviatilis (nach Suckow). *t* Hoden, dreilappig. *vd* Vas deferens. *vd'* Erweitertes Ende desselben.

Auch bei Ascaris lumbricoides ist nur ein unpaarer Hoden mit einem Samenleiter vorhanden

(Fig. 290 a). Bei Thieren mit strahligem Körperbau, wie bei den Echinodermen, richtet sich die Zahl gewöhnlich nach der Zahl der Körperstrahlen, daher bei den Echiniden etc. 5 Hoden vorhanden sind.

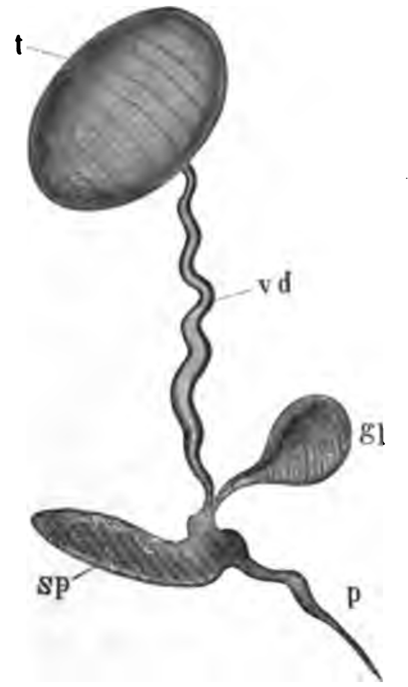



Fig. 290. Männliche Geschlechtstheile von Octopus vulgaris. *t* Hode. *vd* Vas deferens. *sp* Spermatophorentasche. *gl* Anhangsdrüse. *p* Penis.

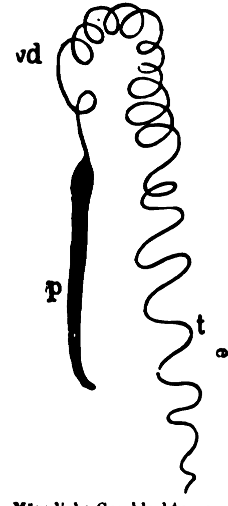



Fig. 290 a. Männliche Geschlechtsorgane von Ascaris lumbricoides. Bezeichnung wie bisher.

Form und Grösse der Hoden ist verschieden: doch sind sie im Ganzen kleiner als die Eierstöcke und meistens von mehr gedrungener Gestalt, als die letzteren. Selten sind sie sehr lang.

Nicht weniger verschieden zeigt sich ihr Bau. Bald aus gewundenen Schläuchen, oft einer Knäueldrüse ähnlich (Fig. 291), bald aus Bläschen gebildet, deren Wandungen innen mit Zellen bekleidet sind, in denen die Samenelemente sich entwickeln; bald stellen die Hoden auch hohle sackartige Organe dar, in deren Wandung Drüsenbläschen eingebettet sind, die mit den Zellen erfüllt sind, aus welchen die Samenelemente sich entwickeln. Durch Platzen der Drüsenbläschen gelangen sie in die Hodenhöhle und werden durch den aus dieser beginnenden Samenleiter dann weggeführt (Cephalopoden).

Die Samenleiter sind, wo paarige Hoden vorhanden sind, natürlich auch paarig, können aber auch dann noch doppelt sein, wo, wie bei den Krebsen, die Hoden durch Verschmelzung unpaar geworden sind. Wo doppelte Samenleiter vorhanden sind, führen dieselben entweder getrennt nach aussen (Fig. 289), oder fliessen zu einem gemeinsamen Gange (*Ductus ejaculatorius*) zusammen (Fig. 291 u. 292). Zur Anhäufung des

Samens erweitern sie sich oft gegen ihr Ende hin, oder ziehen sich wohl auch unter vielfachen Windungen und Schlängelungen zu diesem Zwecke sehr in die Länge.

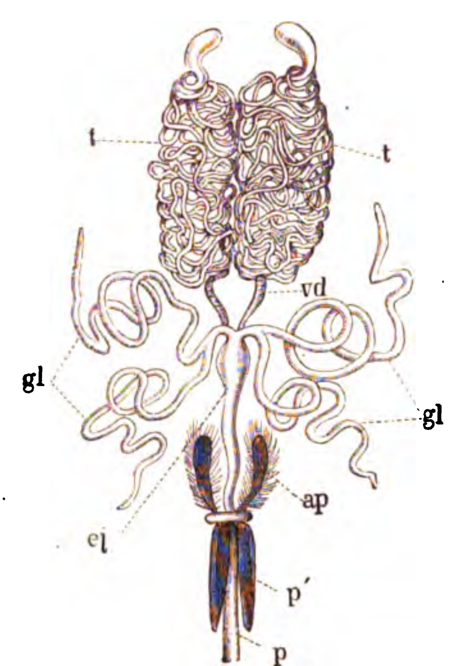



Fig. 291. Männliche Geschlechtsorgane von Melophagus ovinus (nach Dufour). *t* Hoden. *vd* Samenleiter. *gl* Schlauchförmige Anhangsdrüsen. *ej* Ductus ejaculatorius, dessen Anfangstheil erweitert ist. *p* Penisscheide. *p'* Zangenartiger Begattungsapparat. *ap* Hornige Anhänge.

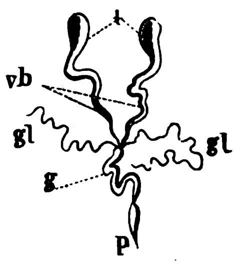



Fig. 292 a. Von Tinea evonimella (nach Suckow). Die Bezeichnung wie in Fig. 292.

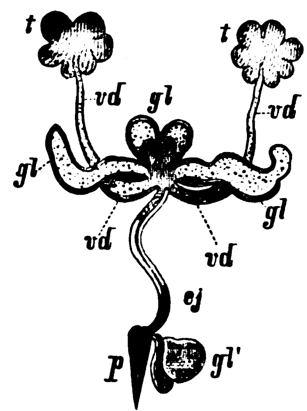



Fig. 292. Männliche Geschlechtsorgane von Lagria hirta (nach Stein bei Vict. Carus, Icon. zootom). *t* Hoden. *vd* Samenleiter. *gl gl'* Anhangsdrüsen. *ej* Ductus ejaculatorius. *p* Penis.

Wo sie zu einem Gange zusammenfliessen, münden häufig auch noch drüsige Anhangsgebilde (Fig. 292 u. 292 a) in sie ein, der Prostata, den Cowper'schen Drüsen und Samenblasen der Säugethiere vergleichbar, deren Secret auch theils zur Erleichterung der Samenausfuhr dient, theils zur Verpfropfung der weiblichen Scheide gegen den Wiederausfluss des in diese ejaculirten Samens verwendet wird. Bisweilen, wie bei manchen Arthropoden und Mollusken, wird das Secret dieser Anhangsdrüsen zur Bildung schlauchartiger Samenbehälter, der sog. Spermatophoren, benutzt, die, statt einer formlosen Masse, bei der Begattung in die Scheide eingeschoben werden. Diese Samenschläuche haben cylindrische Gestalt und bestehen aus mehreren Schichten oder Häuten, die im Innern die oft zierlich geordneten und von einer besondern körnigen Umhüllungsschichte um-

gebenen Samenkörperchen einschliessen. Doch wird das Innere nur zum Theil von den Samenkörperchen gebildet. Im hintern Theile des Schlauches befindet sich noch, hinter der Samenmasse, das pfropfähnliche vordere Ende eines Spiralbandes, dessen hinteres Ende mit den umhüllenden Schichten in Verbindung steht. Dieses Spiralgebilde wirkt, durch Ausdehnung nach Aufnahme von Wasser, ähnlich auf die Austreibung der Samenmasse aus dem vordern Theile des Schlauches, als wie das explodirende Pulver in einer Geschützröhre die Austreibung der Kugel aus demselben veranlasst. Diese Samenschläuche sind von ansehnlicher Grösse, so dass man früher sie für eine abgerissene und in der Scheide stecken gebliebene Ruthe gehalten hatte. Die Entleerung solcher Samenschläuche durch den Ductus ejaculatorius in die Scheide geht natürlich nur sehr langsam von Statten, daher auch die oft stundenlange Vereinigung beider Geschlechter sich erklären lässt.

Die Cyclopsarten (Crustaceen) führen indess solche Samenschläuche nicht in die weibliche Scheide ein, sondern hängen sie an die äussere Geschlechtsöffnung des Weibchens an, wo sie verweilen, bis das sie durchdringende Wasser die Samenelemente austreibt. Eine eigentliche Begattung fehlt daher bei diesen Thieren, obschon das Weibchen vom Männchen umfasst wird.

### Männliche Begattungsorgane.

Obschon die Eier bei Wirbellosen meistens ausserhalb des weiblichen Körpers ihre weitere Entwicklung durchmachen, so findet doch bei vielen, ja den meisten, eine Begattung und innere Befruchtung statt, weil die Eier, ehe sie die weibliche Geschlechtshöhle verlassen, eine Hülle bekommen, welche sie nach ihrem Austritt aus dem weiblichen Körper für die Einwirkung des Samens unzugänglich machte. Daher finden sich bei den Wirbellosen häufig an der äusseren Geschlechtsöffnung oder in deren Nähe Ruthenbildungen vor, welche die Ueberführung des Samens in die Scheide des weiblichen Thieres vermitteln.

Die Ruthen sind meistens vom äussern Skelet gebildet, und besitzen entweder äusserlich eine Rinne, aus welcher der Samen des Samenleiters ergossen wird, oder werden vom Ductus ejaculatorius, wie bei den Säugethieren, durchbohrt. Wo die äussere Mündung der Samenleiter und auch die äussere weibliche Geschlechtsöffnung doppelt ist, pflegen auch doppelte Ruthen vorhanden zu sein.

Oft werden die Ruthen durch andere Körpertheile vertreten, wie z. B. bei den Spinnen durch die Unterkiefertaster, deren angeschwollenes Endglied eine löffelförmige Gestalt und eine Höhle besitzt, mit welcher die Männchen den ergossenen Samen aufschöpfen und in die weibliche Geschlechtsöffnung, oder wie bei Krebsen durch das erste Paar der Afterfüsse,

welche durch Einrollung eine Rinne bilden und als Penis dadurch fungiren, dass der an ihrer Basis aus den Samenleitern ergossene Samen durch sie in die weiblichen Geschlechtsöffnungen übergeführt wird.

Aehnlich wird auch bei vielen Cephalopoden einer der Arme als Begattungswerkzeug benützt und erleidet zu diesem Zwecke eine bald geringere, bald grössere Umwandlung. Entweder zeigt ein solcher Begattungsarm (*Hectocotylus*) nur an der Basis eine Verbreitung unter gleichzeitiger Verminderung der Saugnäpfe *(Sepia)*, oder die Form der Saugnäpfe erleidet über eine geringere oder grössere Strecke hin eine Veränderung, oder die Spitze des Armes trägt eine löffelartige Bildung (*Octopus, Heledone*), oder das Ende des Armes läuft in einen geiselförmigen Anhang aus, während sein Inneres eine veränderte Organisation erhält, indem er nämlich einen, die Spermatophoren aufnehmenden Samenbehälter bekömmt, dessen Höhlung kanalförmig durch den ganzen Arm und den geiselförmigen Anhang bis beinahe zu dessen Ende sich fortsetzt.

Wie indess ein solcher Hectocotylusarm das Begattungsgeschäft vollführt, ist im Ganzen noch nicht genügend klar. Merkwürdig bleibt aber jedenfalls, dass dieses Begattungsorgan bei der Begattung abreisst (also für jede folgende Begattung wieder von Neuem sich entwickeln muss) und, in der Mantelhöhle des weiblichen Thieres verbleibend, dort seine Lebensfähigkeit noch längere Zeit in so auffälliger Weise behält, dass man früher solche abgerissene Hectocotylusarme geradezu für selbstständige, Trematoden ähnliche, Parasiten gehalten hatte.

### 2. Weiblicher Geschlechtsapparat der wirbellosen Thiere.

Auch dieser ist dem der Wirbelthiere sehr ähnlich zusammengesetzt, indem er ebenfalls

1) aus Eierstöcken und
2) aus Eileitern besteht.

Bei Vielen gesellt sich zu diesen auch noch

3) eine Art Uterus und Scheide hinzu, sowie
4) noch verschiedene Anhangsgebilde, die theils als Samenbehälter, theils als Drüsen fungiren.

Die Eierstöcke sind meistens paarig, nur bei Thieren mit asymmetrischem Körperbau (Mollusken) unpaarig. Bei Thieren von strahligem Bau (Echinodermen) richtet sich die Zahl nach der der Körperstrahlen: daher die Echiniden etc. 5 Eierstöcke haben.

Die Form, Grösse und Lage ist sehr verschieden; doch im Ganzen den Hoden oft sehr ähnlich, meistens grösser als letztere und mehr oder weniger am hintern Ende der Leibshöhle gelegen, obschon sie oft von hier an weit nach vorn sich erstrecken. Letzteres gilt namentlich für Fluginsecten, bei welchen sie zur Zeit der Eierentwicklung das hintere Körper-

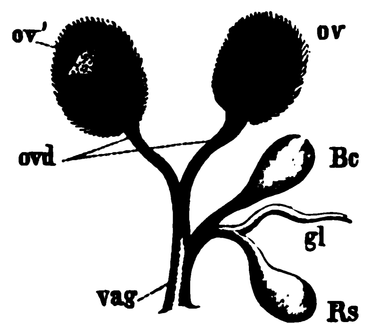



Fig. 293. Weibliche Geschlechtsorgane von Lytta vesicatoria (nach Brandt und Ratzeburg). *ov* Eierstock (bei *ov'* geöffnet). *ovd* Eileiter. *vag* Vagina. *Rs* Receptaculum seminis. *gl* Anhangsdrüse. *Bc* Begattungstasche.

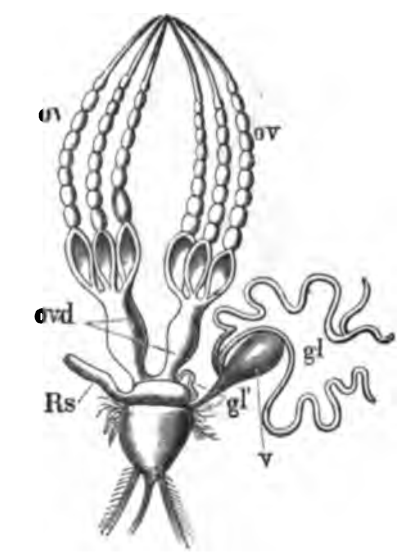



Fig. 294. Weibliche Genitalien von Scolia interrupta (nach Dufour, aus Vict. Carus Icones zootomic. entnommen). *ov* Ovarium. *ovd* Eileiter. *Rs* Receptaculum seminis. *gl* Giftdrüse, *v* Giftblase. *gl'* Anhangsdrüse.

ende zu sehr belasten würden, so dass der Schwerpunkt des Leibes zu weit nach hinten verlegt und das Fliegen dadurch erschwert werden würde.

Auch hinhichtlich ihres Baues zeigen sie Verschiedenheiten.

Im Allgemeinen stellen sie hohle, schlauch- oder bläschenförmige oder sackartige Gebilde dar. Wenn sie aus Schläuchen bestehen, so werden sie entweder aus vielen kurzen (Fig. 293) oder aus wenigen langen gestreckten Röhren (Fig. 294) gebildet, die eng beginnen und gegen die Eileiter hin weiter werden. In dem engen Anfangstheile beginnt die Bildung der Eier, die im weiteren Verlaufe sich mehr entwickeln und die Dotterumhüllung erhalten.

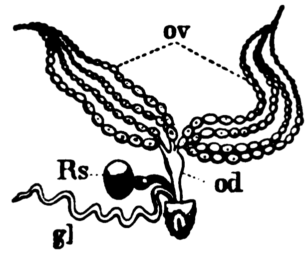



Fig. 294 a. Weibliche Genitalien von Tinea evonymella (nach Suckow). *ov* Ovarium. *od* Eileiter. *Rs* Receptaculum seminis. *gl* Anhangsdrüse.

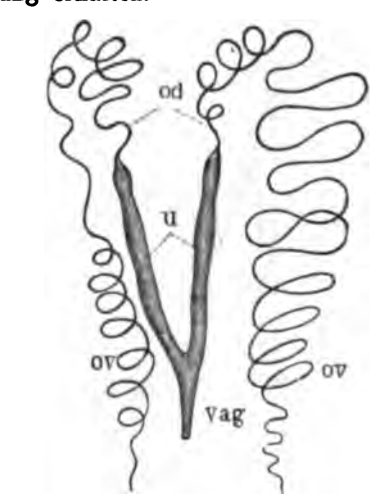



Fig. 295. Weiblicher Geschlechtsapparat von Ascaris lumbricoides. *ov* Ovarium. *od* Eileiter. *u* Uterus. *vag* Vagina.

Bei Ascaris lumbricoides (Fig. 295) bestehen die Ovarien aus je einem sehr langen, aber vielfach gewundenen und verschlungenen engen Kanale, der erst kurz vor seinem Ende uterusähnlich sich erweitert.

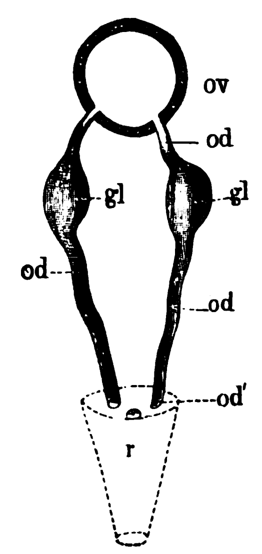



Fig. 296. Weibliche Geschlechtsorgane von Octopus vulgaris. *ov* Ovarium. *od* Eileiter. *gl* Anhangsdrüse. *od'* Aeussere Mündung in der Basis des Trichters (*r*).

Wo die Ovarien sackförmig gestaltet sind, da entwickeln sich die Eier in der Wandung des Sackes und fallen bei der Reifung in die Höhle desselben, um durch die Eileiter, die daraus hervorkommen, weggeführt zu werden (Fig. 296).

Die Eileiter unterscheiden sich von denen der meisten Wirbelthiere darin, dass sie nie mit freier Oeffnung (*Ost. abdominale*) beginnen, sondern stets mit den Ovarien in Verbindung stehen und Fortsetzung ihrer Höhlenwand sind. Ihre Zahl richtet sich im Allgemeinen nach der Zahl der Ovarien, daher meistens zwei, wo zwei Ovarien vorhanden sind. Doch kann ihre Duplicität auch in Fällen noch fortbestehen, wo nur ein unpaares Ovarium vorhanden ist, wie bei den Cephalopoden u. a. (Fig. 296).

Ihre Ausmündung nach aussen erfolgt entweder mit getrennter äusserer Mündung (Fig. 297), oder beide Eileiter vereinigen sich zu einem gemeinsamen, oft etwas erweiterten Gange, welcher dem Uterus und der Scheide der Säugethiere verglichen und demgemäss auch so bezeichnet wird (s. Fig. 293, 294, 295).

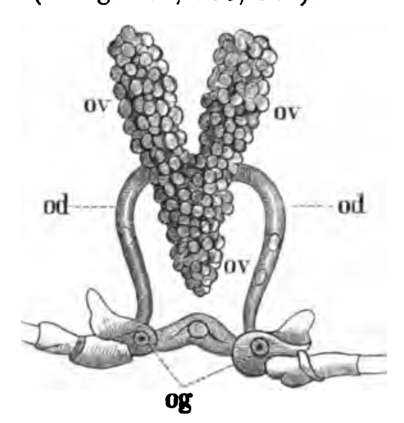



Fig. 297. Weibliche Geschlechtsorgane von Astacus fluv. nach Suckow. *ov* Dreilappiger Eierstock. *od* Doppelter Eileiter. *og* Ausmündung an der Basis des dritten Fusspaares.

Da bei vielen Wirbellosen die Begattung nicht mit der Reifung der Eier zusammengelegt ist, sondern erstere viel früher Statt zu haben pflegt, oft Monate lang der Reifung der Eier vorausgeht, so steht mit der Scheide vieler, namentlich der Insekten u. a. noch ein gestielter blasiger Anhang, die Samentasche (*Receptaculum seminis*) (s. Fig. 293 u. 294), in Verbindung, welcher den, bei der Begattung ejaculirten Samen aufnimmt, um denselben bis zur

Reifung der Eier aufzubewahren. Ausserdem findet sich bisweilen vor der Samentasche noch ein zweites blasiges Anhangsgebilde (s. Fig. 293), das, von birnförmiger Gestalt, die sog. Begattungstasche (*Bursa copulatrix)* darstellt und bei der Begattung den Penis, zuweilen auch Samen aufnimmt.

In den Gang der Samentasche mündet ferner noch eine bald unpaare, bald paarige Drüse *(Glandula appendicularis)* ein (s. Fig. 293 u. 294), deren Bestimmung nicht bekannt ist, wahrscheinlich aber durch ihr Secret entweder dazu dient, den Samentaschengang für den Durchgang der Samenkörperchen feucht und schlüpfrig, oder die Samenelemente selbst beweglich zu erhalten, oder auch durch Anfeuchtung und Schlüpfrigmachung der Scheide die Begattung und Einführung des Samens zu erleichtern.

Das Vorkommen von Samentaschen ist indess nicht ausschliessliche Eigenthümlichkeit wirbelloser Thiere; auch bei Wirbelthieren (siehe oben S. 263) kommt, wie v. Siebold das Verdienst hat, nachgewiesen zu haben, etwas Aehnliches vor.

Nicht bei allen Thieren, deren Fortpflanzung eine geschlechtliche ist, trifft man besondere Geschlechtsapparate an. Bei niedrig organisirten Geschöpfen, wie z. B. bei vielen Cölenteraten, bildet die Innenfläche der Wandung der Leibeshöhle die Entwicklungsstätte der Keimproducte, und Magen und Mund fungiren dann als Keimleiter.

Bei manchen Protozoën, die im Ganzen ungeschlechtlich (durch Theilung oder Knospung) sich fortpflanzen, kommt, wie bei den Gregarinen und Infusorien, eine Fortpflanzungsweise vor, welche gewissermassen eine Uebergangsform der ungeschlechtlichen zur geschlechtlichen Fortpflanzung darstellt, in so weit wenigstens, als die Fortpflanzung an die Nothwendigkeit des Vorhandenseins von zwei Individuen geknüpft erscheint.

Bei den Gregarinen ist der Vorgang folgender:

Zwei Individuen verwachsen miteinander zu einem gemeinsamen Körper, dessen Substanz schliesslich in eine formlose Masse sich auflöst, die mit einer durch Ausscheidung entstehenden Hülle sich umgibt, d. h. sich encystirt. Allmälig gehen daraus zahlreiche Bläschen hervor, in denen feine Körner, sog. Pseudonavicellen, sich bilden und die Cyste schliesslich ganz ausfüllen. Aus jedem dieser kleinen Gebilde entwickelt sich nach und nach, durch weitere Differenzirung, eine junge Gregarine, die anfänglich ohne Nucleus ist, später aber einen solchen im Innern und eine Rindenschichte aussen erhält.

Etwas Aehnliches trifft man auch bei Infusorien. Nur weist sich hier die Fortpflanzung schon entschiedener als eine geschlechtliche aus. Der frühere sog. Nucleus und deren Nucleolus spielen dabei die Rolle keimbereitender Gebilde. Ersterer stellt gleichsam eine weibliche Keimdrüse *(Ovarium)*, durch Theilung und Abschnürung die Eier liefernd, letzterer das männliche Keimorgan, den Samen bereitend, dar. Das Fortpflanzungsgeschäft wird in der Regel durch die sog. Conjugation d. h. dadurch eingeleitet, dass 2 Individuen mit ihren Mundseiten sich fest an einander fügen und selbst mit einander verwachsen. Die im Nucleolus gebildeten Samenelemente werden mit dem Nucleus in Verbindung gebracht, wonach letzterer in eine Anzahl Kugeln zerfällt, die schliesslich zur Bildung der sog. Embryonalkugeln führen, in deren

Innern die Embryonen neuer Individuen und zwar entweder in jeder Kugel ein Embryo oder auch mehrere, entstehen.

Wo Infusorien eine oder mehrere Nuclei und einen Nucleolus enthalten, und das ist der häufigere Fall, muss man sie als Zwitter betrachten, während bei Abwesenheit des einen oder des andern die Annahme getrennter Geschlechter mehr gerechtfertigt ist.

Die Ausfuhrswege der Geschlechtsproducte d. h. der Embryonen sind selten bleibende (bei Trachelius ovum), meistens sind sie temporäre Bildungen, die jeweils zu der Zeit entstehen, wo die Embryonen den Mutterkörper verlassen.

### 3. Zwitterapparate.

Zwitterbildungen, über deren Bedeutung wir uns schon oben (S. 340 u. fg.) ausgesprochen haben, sind bei den Wirbellosen sehr verbreitet, namentlich bei den Würmern und Mollusken. Von den ersteren sind Zwitter die Lumbricinen, Hirudineen, Turbellarien, Trematoden und Cestoden — von letzteren einzelne Brachiopoden und Bivalven, aber viele Cephalophoren, besonders Pteropoden und Gastropoden, von diesen namentlich alle Lungenschnecken. Ausserdem trifft man den Hermaphroditismus noch vereinzelt an; so unter den Arthropoden nur bei den Cirripeden, unter den Coelenteraten nur bei den Rippenquallen und bei Corallium rubrum.

Wie bei Thieren mit getrenntem Geschlechte eibereitende Geschlechtsorgane in einzelnen Fällen gänzlich fehlen können, wenn die Leibeshöhle die Bildungsstätte der Keimproducte abgibt, — so pflegen auch den hermaphroditischen Polypen *(Corallium rubrum)* solche gänzlich abzugehen, indem Eier und Samen an den Septa der Leibeshöhle, und zwar erstere an deren einer Seite und letzterer an deren anderer sich bilden und durch Magen und Mund nach aussen geführt werden. Andere Coelenteraten, nämlich die Rippenquallen, besitzen zwar Keimdrüsen zu beiden Seiten der sog. Rippen, auf der einen Seite die schlauchförmigen Hoden, auf der andern die ähnlichen Ovarien, aber keine Keimleiter. Die Gastrovascularkanäle, welche die Geschlechtsproducte aufnehmen, vertreten deren Stelle.

Bei den übrigen Zwitterthieren dagegen pflegen vollkommene Geschlechtsapparate vorhanden zu sein und deren Aufbau nicht wesentlich von dem abzuweichen, was die Thiere mit getrenntem Geschlechte lehrten. Namentlich gilt diess für solche Zwitterthiere, in denen weiblicher und männlicher Apparat im Körper ganz auseinander gehalten sind (Planarien). Wo die Keimdrüsen beider mit einander in Verbindung gesetzt, oder wo dieselben und ihre Ausführungswege selbst zusammengelegt sind, da natürlich ergeben sich mehr oder weniger Modificationen. Um nun diese besser übersehen zu können, lassen wir hier eine Skizze des Wichtigsten darüber folgen.

a) Zwitterapparate der Würmer (Fig. 298 u. 299).

Bei den Plattwürmern (Trematoden, Turbellarien u. Cestoden) finden sich für die Bildung des Eies zwei weibliche Keimdrüsen vor, eine, welche die kleinere ist und Keimstock heisst, zur Bildung des Keimbläschens und feinkörnigen sog. Befruchtungsdotters dient, und eine, welche den grobkörnigen Dotter liefert, daher Dotterstock genannt wird. Ein Uterus bildet den Vereinigungspunkt, in dem diese Eielemente mit den Samenelementen sich begegnen, um das ganze befruchtete Ei herzustellen. Diesen Theilen des weiblichen Apparates schliesst sich meistens noch ein Receptaculum seminis, in einzelnen Fällen selbst eine Bursa copulatrix an.

Der männliche Apparat besteht aus Hoden, Samenleitern, Samenblase, gemeinsamem Samengange und der Ruthe. Manchmal gesellen sich zu den Ausführungswegen auch noch accessorische Drüsen, deren Secret die Ejaculation des Sperma's offenbar erleichtern soll.

Die Hoden sind paarige Organe, mit Ausnahme der Cestoden, bei welchen sie zahlreiche, durch das Parenchym vertheilte Bläschen darstellen. Die Samenleiter bilden entweder vor ihrer Vereinigung zum Ductus ejaculatorius eine samenblasenähnliche Erweiterung, oder am Vereinigungswinkel einen blasigen Behälter, der entschieden eine Samenblase ist und mit der Ruthe in Verbindung steht (Fig. 298).

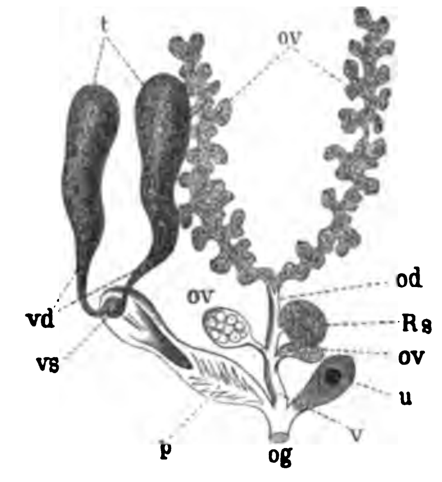



Fig. 298. Zwitterapparat von Vortex viridis. *t* Hoden. *vd* Samenleiter. *vs* Samenblase. *p* Männliches Begattungsorgan. *og* Aeussere Genitalöffnung. *v* Vagina. *u* Uterus. *ov* Ovarien oder sog. Keimstöcke. *Rs* Receptaculum seminis. *ov* (oben) Dotterstöcke. *od* Dottergang (nach Max Schultze).

Die Geschlechtsöffnung ist für beide Apparate meistens eine gemeinschaftliche; ja bei Rhabdocoelen vereinigen sich die männlichen und weiblichen Ausführungswege wesentlich früher, so dass sie eine Art Geschlechtscloake herstellen. Nur bei den marinen Planarien blieb die weibliche und männliche Geschlechtsöffnung völlig getrennt (Fig. 299).

Den Seeplanarien analog verhält sich der Zwitterapparat der Hirudineen, in dem auch hier, wie dort, sowohl die äusseren Geschlechtsöffnungen als auch die innern Theile beider Apparate von einander getrennt sind. Die Geschlechtsöffnungen liegen in der Mittellinie der Bauchseite des Leibes, die männliche vor der weiblichen.

Der weibliche Apparat besteht aus zwei kleinen, rundlichen Ovarien und zwei, von diesen ausgehenden kurzen Eileitern, welche in den

Uterus zusammenführen, der einen länglich erweiterten gemeinsamen Gang darstellt und schliesslich mit der kurzen Scheide endigt.

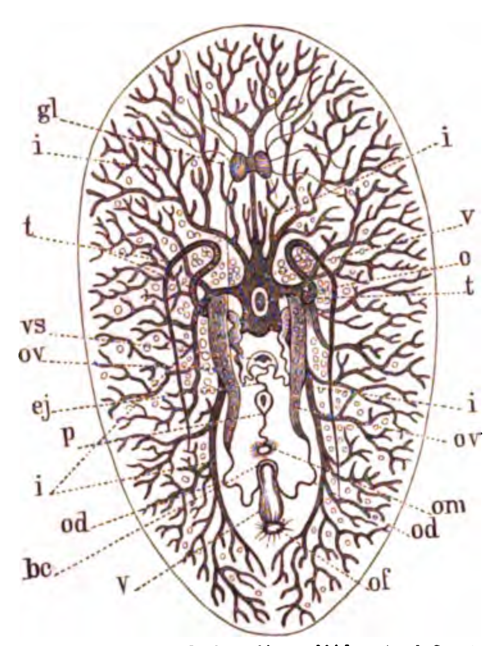



**Fig. 299.** Anatomie von Polycelis pallidus (nach Quatrefages). *o* Mund. *v* Magen. *i* Verästelte Därme. *om* Männliche Geschlechtsöffnung. *p* Ruthe. *ej* Ductus ejaculatorius, *vs* Samenblase, beiderseits die Samenleiter aufnehmend. *t* Hoden. *of* Weibliche Geschlechtsöffnung. *v* Scheide. *bc* Begattungstasche. *od* Eileiter. *ov* Ovarien.

Bezüglich des männlichen Apparates, der aus den Hoden, den Samenleitern, Samenblasen, einem gemeinsamen Samengange *(Ductus ejaculatorius)* und Penis besteht, ist hervorzuheben, dass die Zahl der Hoden sehr viel grösser zu sein pflegt, als die der Ovarien, 5—12 Paare derselben zu beiden Seiten reihenförmig hinter einander gelagert sind.

Wo die äusseren Geschlechtsöffnungen getrennt sind, kann die Befruchtung der Eier nur durch eine wechselseitige Begattung erfolgen, wobei jedes Thier weibliche und männliche Leistungen zugleich ausführt, während da, wo eine gemeinschaftliche Geschlechtsöffnung besteht, die Thiere bei der Begattung wohl die Rolle wechseln, indem dasselbe Thier das einemal als männliches, das anderemal als weibliches fungirt. Bei manchen Würmern ist indess auch die Möglichkeit zur Selbstbefruchtung gegeben, besonders dann, wenn, wie bei manchen Distomen, von einem der Hoden der Samen durch einen Gang in den Oviduct oder in das Receptaculum seminis übergeführt werden kann.

### b) Zwitterapparate der Mollusken.

Es sei hier nur derjenigen Einrichtung gedacht, wie sie die Zwitterapparate der Cephalophoren, besonders der Gasteropoden (Fig. 300), darbieten, da sie die bemerkenswerthe Abänderung zeigen, dass 1) die Organe beider Geschlechtsapparate die Duplicität und symmetrische Anordnung, welche sie bisher besassen, eingebüsst haben und unpaar geworden sind, und dass 2) die weibliche und männliche Keimdrüse, einen primitiveren Zustand verrathend, zu einem gemeinsamen Organe, der Zwitterdrüse (Fig. 300 *Zw*), vereinigt sind.

Diese letztere besteht aus einer grösseren oder kleineren Zahl von Follikeln (Fig. 300), welche an ihrem peripherischen Theile die Eier, in

ihrer centralen die Samenelemente bilden. Beide werden in dem gemeinsamen Ausführungsgang — **Zwitterdrüsengang** — in den die ersteren, ähnlich den Acini einer traubigen Drüse, einmünden, abgeführt. In einzelnen Fällen (Aeolidia u. a.) kann die eibildende Wandung der Follikeln secundäre Ausbuchtungen bilden, die, wie besondere Eidrüsen, auf dem gemeinsamen Follikel aufsitzen und die ausschliessliche Bildungsstätte der Eier darstellen, während die Elemente des Sperma's in der Höhle des gemeinsamen Follikels sich entwickeln.

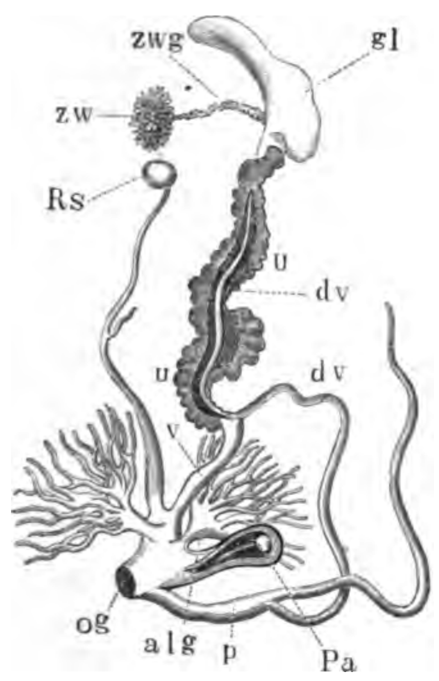



Fig. 300. Zwitterapparat von **Helix pomatia.** *zw* Zwitterdrüse. *zwg* Ausführungsgang derselben. *gl* Eiweissdrüse. *dv* (oben) Vas deferens, als Halbkanal am Uterus anliegend. *dv* (unten) Gesonderter Samenleiter. *p* Penis. *fl* Flagellum. *u* Uterus. *v* Vagina. *Rs* Receptaculum seminis. *alg* Anhangsdrüsen. *Pa* Pfeilsack geöffnet, um die den Liebespfeil tragende Papille zu sehen. *og* Geschlechtsöffnung.

Der Zwitterdrüsengang, welcher sowohl Sperma als auch Eier abführt, also Samenleiter und Eileiter zugleich ist, scheidet sich bei den Pulmonaten früher oder später in einen selbstständigen **Eileiter** und einen **Samenleiter**, welche nun ihren gesonderten Weg zur Geschlechtsöffnung nehmen. In ihrem Verlaufe dahin erfahren diese Keimleiter noch mancherlei Umwandlungen, wodurch an ihnen ähnliche Abschnitte unterscheidbar werden, wie da, wo beide Apparate getrennt auftreten.

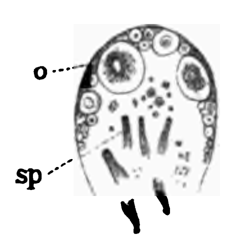



Fig. 301. Ein Zwitterdrüsenfollikel von **Helix hortensis** (nach **Gegenbaur**), an dessen Wandungen die Eier (*o*), im Innern dagegen die Samenelemente (*sp*) sich entwickeln.

Der **weibliche Keimleiter** bildet auf einer längeren oder kürzeren Strecke eine nicht unansehnliche Erweiterung mit zahlreichen Ausbuchtungen, Uterus (*u*) genannt, worin die Eier einige Zeit verweilen, um durch das Secret einer zungenförmigen Drüse (*gl*), der sog. **Eiweissdrüse**, welche in den Anfangstheil einmündet, ihre Eiweissumhüllung zu erhalten. Der Endtheil dieser weiblichen Ausführungswege stellt die **Scheide** (*v*) dar, mit welcher noch verschiedene Anhangsgebilde in Verbindung stehen. So eine, aus einem Büschel von Blinddärmchen be-

stehende, meistens paarige Anhangsdrüse (*alg*), deren Secret wohl die Scheide während der Begattung anzufeuchten hat; dann ein dickwandiger Blindsack (*Pa*), der sog. Pfeilsack, der im Innern den sog. Liebespfeil, wahrscheinlich ein Reizorgan bei der Begattung, enthält; und endlich das Receptaculum seminis (*Rs*), das ein birnförmiges Bläschen ist, welches auf einem langen Gange, wie auf einem Stiele, aufsitzt und das Sperma, welches bei der Begattung in die Scheide ergossen wird, aufnimmt und zur späteren Befruchtung des Eies aufbewahrt.

Diese Samentasche wurde ein Erforderniss in Folge des zeitlichen Auseinanderliegens der Reifung der Eier und der Bildung der Elemente des Samens. Diese Keimproducte durften nicht gleichzeitig zur Reife gelangen, da der gemeinsame Gang sie nicht gleichzeitig ausführen konnte. Das im Centraltheil der Zwitterdrüsenfollikeln sich entwickelnde Sperma musste vor den Eiern sich bilden und ausgeführt werden, um die Höhlung der Follikel und des Ausführungsganges für die spätere Ausfuhr der Eier frei zu machen. Daher geht bei diesen Thieren die Begattung d. h. die Ergiessung des Samens in die weibliche Geschlechtshöhle der Reifung der Eier einige Zeit voraus. Desshalb war aber auch die Anlegung eines Behälters zu dessen Aufbewahrung unabweisbar.

Der männliche Keimleiter (*dv*) liegt anfänglich noch dicht am Uterus an, hat auch noch nicht volle Selbständigkeit erlangt, stellt vielmehr einen, nach der Höhle des ersteren blickenden Halbkanal dar. Erst am Ende des Uterus trennt er sich ganz von diesem, um nun als selbstständiger Samenleiter nach der Geschlechtsöffnung seinen Weg zu nehmen. Er ist meistens ziemlich lang gewunden, oft eine Erweiterung, welche einer Vesicula seminalis zu vergleichen ist, bildend, und geht schliesslich in die vorstülpbare Ruthe über. Bei Helicinen u. a. trägt die Ruthe an ihrem hintern Ende noch einen geisselförmigen Anhang (*Flagellum*), welcher hohl ist und eine Drüsenbildung darstellt, in welcher ein Theil eines Secretes gebildet zu werden scheint, durch das die Samenmassen zu Samenschläuchen (*Spermatophoren*) vereinigt werden, während der übrige Theil dieser Verbindungssubstanz wohl am Ende des Vas deferens und im hintern Theile des Penis geliefert wird. Durch das Zusammenmünden der weiblichen und männlichen Geschlechtswege wird bei vielen Gasteropoden, namentlich bei den Helicinen u. a. gleichsam eine Geschlechtscloake gebildet, die rechts, seltener links, am Halse, bisweilen dicht hinter dem Fühler, ihre Lage hat.

# ZWEITER THEIL.

# Animale Organe und Apparate des Thierkörpers.

## I.

## Organe der Bewegung.

### A. Passiver Bewegungsapparat, Stützorgane oder Skelete.

#### 1. Vom Skelete überhaupt.

Skelet ist ein aus mehr oder weniger festen, meistens selbst harten Substanzen bestehendes Gerüst, das den weichen Thierkörper zu tragen und zu stützen, unter Umständen selbst ihm oder einzelnen seiner Organe Schutz zu gewähren die Aufgabe hat. Zur Befähigung zu diesen Leistungen ist die zu Grunde gelegte Substanz dem Bindesubstanz-Gewebe entnommen, einem Gewebe, das überall nur mechanische Leistungen zu vollziehen hat, überall zur Stütze, zum Schutze oder zur Verbindung u. s. w. dient. Daher es auch die verschiedensten Grade der Festigkeit entfaltet, vom Festweichen und Biegsamen bis zum Harten und Starren alle Uebergänge zeigt.

Neben dieser Aufgabe kommt dem Skelete noch die weitere zu, den Muskeln zur Vollbringung der ihnen obliegenden Bewegungen feste Ausgangspunkte oder geeignete Angriffe zu ermöglichen. Wenn diese letztere Leistung und Beziehung zu den Bewegungsorganen auch keine so durchgreifende allgemeine ist, Skelettheile, ja ganze Skelete (bei Wirbellosen) es immerhin gibt, die nach dieser Seite hin keine Bedeutung haben, — so ist die Beziehung zu den Bewegungen des Thierkörpers doch im Grossen und Ganzen eine so hervorragende, dass man das Skeletgerüst der bei weitem meisten Thiere (insbesondere das innere der Wirbelthiere) als ein wichtiges, wenn gleich nur passiv wirkendes Glied des Bewegungsapparates betrachten muss, und desshalb seine Unterscheidung als passiver Bewegungsapparat immerhin sich rechtfertigen lässt.

Man kann zweierlei Skelete unterscheiden, ein äusseres und ein inneres.

Das erstere umschliesst den Thierkörper von aussen; letzteres liegt in seinem Innern. Jenes wird, da es die weiche Körpermasse, gleich der äussern Haut, umschliesst, ja in den meisten Fällen aus einer Umwandlung letzterer hervorgeht, auch Hautskelet genannt, und dieses wird, je nachdem

19*

es zum Schutze der Centraltheile des Nervensystems (Hirn und Rückenmark) oder zur Stütze der Weichtheile vegetativer Apparate in näherer Beziehung steht, auch noch weiter in Nervenskelet und Eingeweideskelet unterschieden.

Die Substanz des äusseren Skelets ist selten ganz starr und hart, und in wenigen Fällen knöchern, meistens mehr oder weniger Biegsamkeit besitzend. Das innere dagegen ist in der Regel von Knochen aufgebaut und nur in seiner einfachsten Anlage (bei niederen Wirbelthieren und in der Embryonalperiode) knorpelhäutig. Daher es im ersten Falle als Knochen- — in letzterm als Knorpelskelet bezeichnet wird.

## 2. Vom Skelete im Besondern.

### a. Aeusseres Skelet.

Brandt und Ratzeburg, Med. Zoologie, Bd. II. — H. G. Bronn, Die Klassen und Ordnungen des Thierreiches, wissenschaftlich dargestellt in Wort und Bild. Heidelberg und Leipzig 1859—62, Bd. I—III. (Ein vortreffliches Werk, das nach dem für die Wissenschaft zu frühe erfolgten Tode des Verfassers fortgesetzt wurde von: Keferstein, Gerstäcker, Grenzacher, Selenka, Giebel und Hoffmann.) — C. G. Carus, Erläuterungstafeln zur vergl. Anatomie, Heft II. — Vict. Carus, Icones zootomicae. Leipzig 1857. — W. Carpenter, Researches on the Foraminifera, in Philosoph. Transactions. 1856—59. — G. Cuvier, Le Règne animal, les Zoophytes, les Arachnides et les Annelides, les Crustacées, les Insectes, les Mollusques. — Milne Edwards et J. Haime, Recherches sur les Polypiers récents et fossiles. Paris 1848. Partie I. — Dieselben in Annal. des sc. nat., III. Ser., Tom. 9—16. — Milne Edwards, Crustacea, in Todd's Cyclopaedia of Anatomy etc. — Des Hayes, Conchifera, in Todd's Cyclopaedia. — Kölliker, Icones histologicae, Abtheil. 1 und 2. Leipzig 1864. — Fr. S. Leuckart, Observationes Zoologicae de Zoophytis coralliis speciatim de genere Fungia. Freiburg i. Br. 1841. Mit 4 Abbildungen. — Fr. Meckel, System der vergl. Anatomie. Halle 1824. Th. II., 1. — J. Müller, Anatomie von Pentacrinus caput medusae, in d. Abhandl. d. Berliner Academie d. Wissensch., 1843. — Newport, Insecta, in Todd's Cyclopaedia. — Owen, Cephalopoda, ebendaselbst. — Savigny, Mémoires sur les animaux sans vertèbres. Partie II., 1816. — Auch in d. Isis 1820. Taf. 11—21. — Sharpey, Echinodermata, in Todd's Cyclopaedia. — O. Schmidt, Die Spongien des adriat. Meeres. Leipzig, 1862. 2 Supplemente 1864—67. — Tiedemann, Anatomie der Röhrenholothurie, des pomeranzenfarbigen Seesternes und des Steinseeigels. Landshut 1816. — G. Valentin, L'Anatomie du genre Echinus. Neuchatel 1842. Mit 9 Tafeln. — R. Wagner, Icones zootomicae. Leipzig 1842.

Vorzugsweise sind zwar die Wirbellosen im Besitze eines äusseren Skeletes. Doch entbehren die Wirbelthiere eines solchen nicht ganz und gar. Bei letzteren wird es theils von mächtig entwickelten und verhornten Epidermoidalgebilden der äussern Haut (wie Haaren, Federn, Hornplatten, Schuppen, Klauen, Hufen, Hörnern etc.) dargestellt, theils von mehr oder weniger verknöchernden Theilen der äusseren Körperbedeckungen gebildet. Da die ersteren bei der spätern Betrachtung der äussern Haut und die letzteren bei dem innern Skelet ihre Berücksichtigung finden werden, so haben wir hier nur

das äussere Skelet der Wirbellosen

einer kurzen Erörterung zu unterwerfen.

Wie seine Form, ist auch seine Bildungsweise eine sehr verschiedene. Bald verdankt es einer gewissen Umwandlung der äusseren Körperbe-

deckungen (durch Verdickung oder Härtung derselben), bald der Ausscheidung erhärtender Secrete u. dergl. sein Dasein. Es lassen sich daher verschiedene Arten des äussern Skelets, namentlich aber folgende unterscheiden:

*α*) Skelete, aus einer Verdickung und Erhärtung der äussern Körperbedeckung hervorgegangen, mit welchem Härtungs-Prozess auch noch eine chemische Umwandlung des Hautgewebes sich vollzieht, indem dasselbe chitinisirt, wie bei den meisten Arthropoden (Insekten, Arachniden, niederen Crustaceen) und dadurch eine hornähnliche Härte erhält, oder die Bedeckung eine der Cellulose ähnliche Beschaffenheit erhält, wie bei Tunicaten (Ascidien) es gefunden wird, oder zur Steigerung der Härte in die Chitinhaut noch Kalksalze sich einlagern, wie bei den höheren Crustaceen.



Fig. 302. Tausendfüssler (*Scolopendra morsitans*).

Das Arthropoden-Skelet kann man sich aus einer Anzahl gleichartiger Abschnitte (Segmente) zusammengesetzt denken, die hintereinander liegend ringförmig die Körpermasse umfassen (Fig. 302) und durch eine zarte, weiche, elastische Chitinhaut beweglich miteinander verbunden sind. Durch Annäherung oder Entfernung der einzelnen Segmente mittelst der von Innen daran sich setzenden zahlreichen Muskeln wird der Körper zu Bewegungen befähigt, die wesentlich im Interesse der Locomotion vor sich gehen. Doch besitzen die Arthropoden ganz allgemein noch besondere locomotorische Apparate, die seitliche Anhänge der Segmente sind und theils am Bauche, theils am Rücken paarweise sitzen. Die Bauchanhänge kommen fast allen Arthropoden zu, sind stets gegliedert (daher auch der Name *Arthropoda*) und stellen die eigentlichen Gehwerkzeuge — die Füsse — (Fig. 302) dar. Sie vermitteln das Gehen, Springen, Hüpfen, Klettern, Graben, Schwimmen u. dergl. Die Rückenanhänge dagegen kommen nur wenig vor und entwickeln sich dann zu Flugwerkzeugen, welche, den analogen Organen der Vögel und Chiropteren entsprechend, zur Bewegung in der Luft befähigen. Ihre Zahl ist durchweg eine beschränktere, als diejenige der auf Gangbewegung berechneten Bauchanhänge. Meistens kommen zwei Paar Flügel vor; doch manche haben auch nur ein Paar. Sie sitzen an denselben Segmenten, welche auch den Gehfüssen

zu Trägern dienen (Fig. 303 *Msth, Mtth*), sind aber nicht so allgemein verbreitet als die letzteren, sondern kommen nur bei den Insekten, und selbst hier nicht einmal bei allen, vor.

Die für die Gehfunktion angelegten gegliederten Körperanhänge sind bei den niederen Formen der Arthropoden gleichartige und gleichwerthige Anhangsgebilde, welche nur der Locomotion dienstbar sind (Fig. 302). Bei den höheren Arthropoden (Fig. 303) dagegen bleiben nur die Anhänge der mittlern Körpersegmente dem Dienste der Ortsbewegung erhalten, während denen der vorderen und hinteren Körpersegmente andere Leistungen zugewiesen wurden, und demgemäss sie auch mannigfaltige Umgestaltungen erfuhren. Die Anhänge der **vorderen** Körpersegmente sind zu Werkzeugen umgewandelt, welche d. Nahrungsaufnahme vermitteln (Mund- oder Fresswerkzeuge, vgl. oben S. 59), während die **hinteren** Segmentalanhänge als Werkzeuge der Athmung (Kiemen) oder anderer Thätigkeiten Verwendung fanden, oder wo sie nicht nach irgend einer Seite verwendet wurden, sie ganz in Wegfall kommen, und dann der hintere Körperbezirk ohne Anhänge ist (Fig. 303 *Abd*). Hierdurch kommt es, dass man an dem Arthropodenkörper und demgemäss auch an dessen äussern Skelet **drei** Bezirke oder Abtheilungen unterschei-

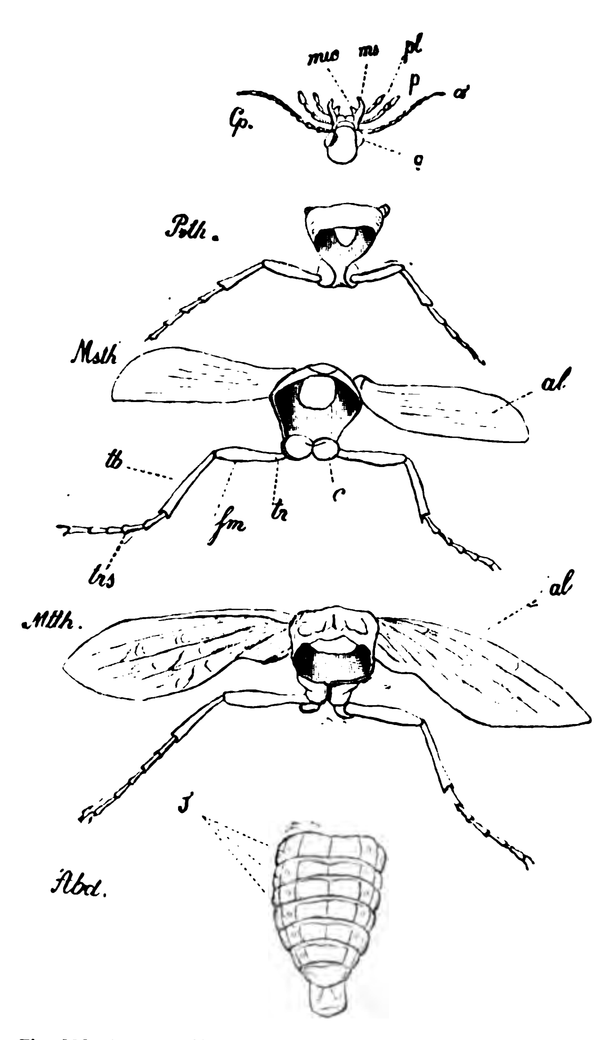



**Fig. 303.** Aeusseres Skelet eines Käfers in seine Segmente zerlegt. *Cp* Kopf (*Caput*): *o* Auge. *a* Fühler. *ms* Oberkiefer. *mic* Unterkiefer. *p* Kiefertaster. *pl* Lippentaster. *Prth* Protothorax. *Msth* Mesothorax: *al* Vordere Flügel. *c* Hüfte (*Coxa*). *tr* Trochanter. *fm* Oberschenkel. *tb* Schienbein. *trs* Fuss (*Tarsus*). *Mtth* Metathorax: *al'* Hintere Flügel. *Abd* Abdomen: *s* Athemlöcher (*Stigmata*).

det: 1) einen vordern — Kopf *(Caput)*, welcher der Träger der Fresswerkzeuge und Sinnesorgane ist (Fig. 303 *Cp*); 2) einen mittlern — Brust *(Thorax)*, welcher Träger der Ortsbewegungswerkzeuge (Beine und Flügel) ist *(Prth, Msth, Mtth)*, und 3) einen hintern Bezirk (*Abd*) — Bauch *(Abdomen)*, dem die seitlichen Segmentalanhänge entweder ganz fehlen oder wo diese verschiedentlich anderen Zwecken dienstbar sind.

Zur Bildung des Kopfes werden 3—5 Segmente verwendet, die durch Verschmelzung untereinander ihre Selbstständigkeit aufgeben, während an Brust und Bauch die sie bildenden Segmente meistens getrennt sich erhalten. Der Thorax pflegt aus so vielen Segmenten zusammengesetzt zu sein, als er Fusspaare zu tragen bestimmt ist. Bei den Insekten, die nur 3 Fusspaare haben (daher Hexapoden), wird er von drei Segmenten gebildet, von denen das vordere — Protothorax (Fig. 303 *Prth*) — heisst und das vordere Fusspaar trägt, — das mittlere, welches mit dem mittlern Fusspaar und den Vorderflügeln besetzt ist, — Mesothorax (Fig. 303 *Msth*) — und das hintere, welches Träger des hintern Fusspaares und der Hinterflügel ist, — Metathorax (Fig. 303 *Mtth*) bezeichnet wird.

Wo den Thoracal-Anhängen die locomotorische Function entzogen wird und sie zur Beihülfe der Nahrungsaufnahme (Beikiefer) verwendet werden, geben nicht allein die Brustsegmente ihre Trennung, sondern auch der ganze Thorax seine Selbstständigkeit auf, indem er mit dem Kopfe zu einem gemeinsamen Abschnitte — Cephalothorax — verschmilzt (Decapoden). Letzteres kommt aber doch auch da vor, wo, wie bei den Arachniden, nicht allein die Thoracal-Anhänge für die Locomotion erhalten bleiben, sondern auch die hinteren Kopfanhänge ihrer ursprünglichen Bestimmung, der Locomotion zu dienen, wieder zurückgegeben und in ein wirkliches Fusspaar umgewandelt werden. Daher auch die Arachniden ein Fusspaar mehr besitzen, als die Insekten.

Wo, wie bei den Crustaceen, die Thoracal-Anhänge in Hülfsorgane des Kopfes verwandelt sind, werden die Füsse den Abdominal-Anhängen entlehnt und dienen dazu die fünf ersten Paare (Decapoden), während die nachfolgenden übrigen rudimentär bleiben (Afterfüsse), die bald zu Kiemen (Stomatopoden u. a.), bald zu Ruderorganen beim Schwimmen, bald zur Beihülfe bei der Geschlechtsfunction u. dergl. verwendet werden. Hiernach pflegt man auch das Abdomen der Decapoden in ein die Gehfüsse tragendes — Proabdomen — und in das mit den Afterfüssen besetzte, schwanzartige Postabdomen zu scheiden.

*β*) Skelete, durch Einlagerung von Kalksalzen in die Körperbedeckungen bewirkt, welche zu mannigfaltigen, aber regelmässigen und zum Theil zierlichen Formen sich vereinigen und dadurch Anlass zu geglie-

derten, mehr oder weniger complicirten Hautskeleten geben, wie die Echinodermen Beispiele liefern.

$\gamma$) Skelete, durch Einlagerung fester Substanzen, besonders Kalksalze, in das Körperparenchym entstanden, — wohin die Polyparien der Polypen gehören.

Diese Stützgerüste kann man

a. in solche scheiden, welche durch erhärtende Einlagerungen in's Innere des gemeinsamen Polypenstammes gebildet werden, und
b. in solche, bei welchen die Einlagerungen auch auf die Einzelthiere des Stammes sich ausdehnen.

Erstere heissen Axenskelete, die äusserlich von den, die Einzelthiere tragenden, Weichtheilen des Stockes ganz überzogen sind (Fig. 304) (Gorgoniden und Antipathiden).

Je geringer die Einlagerungen sind, um so fleischiger erscheint der Stamm. Daher ist dieser bei Veretillum (Fig. 305), Virgularia, Pennatula u. a. so fleischig, weil die Einlagerungen nur äusserst unbedeutend sind.

Bei letzteren dagegen kann man mehrere Formen,

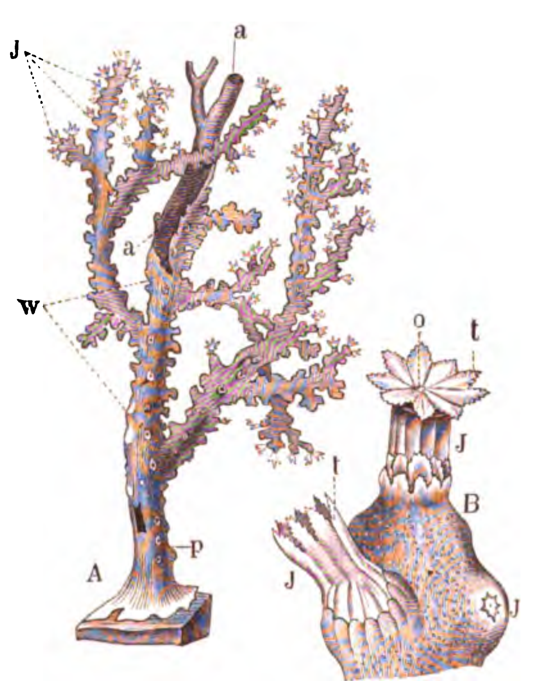



**Fig. 304.** *A* Gorgonia verrucosa. *p* Polypenstamm. *W* Weichtheile, welche sein Aeusseres bilden. *a* Axenskelet, durch Einlagerung ins Innere gebildet. *J* Einzelne Individuen. *B* Ein kleines Stück vergrössert. *J* Einzelthiere. *J'* Ein solches eingezogen. *o* Mundöffnung. *t* Tentakeln, dieselbe umstellend (nach Milne Edwards).

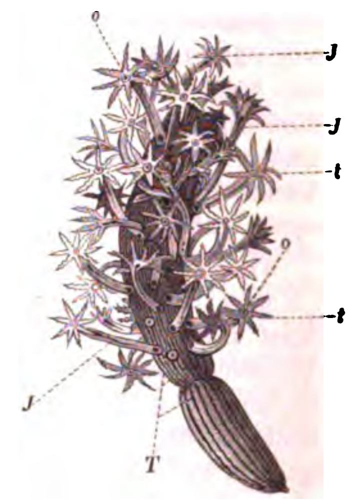



**Fig. 305.** Veretillum. *T* Fleischiger Polypenstamm mit nur sehr geringen kalkigen Einlagerungen. *J* Einzelne Individuen. *o* Mundöffnung (*Os*) mit den sie strahlig umstellenden Tentakeln (*t*).

flache, röhrige und becherförmige Skelete, noch unterscheiden, je nachdem die Einlagerungen sich auf den untern Theil des Einzelthieres

beschränken, oder mehr oder weniger auch auf die Leibeswände sich ausdehnen.

Flache Skelete entstehen, wenn die Einlagerungen nur den untern festsitzenden Theil des Einzelthieres einnehmen (Fungien).

Die röhrigen Skelete bilden sich, wenn die Einlagerungen auf die äusseren Schichten der Körperwände sich ausdehnen (Tubiporiden [Fig. 306]) und die becherförmigen kommen zu Stande, wenn die Einlagerungen noch weiter sich erstrecken, in's Innere des Thierkörpers bis in die Septa der Leibeshöhle eindringen. (Oculinen [Fig. 307], Madreporiden, Caryophyllien.)




Fig. 306. Polyparium von der Orgelkoralle (*Tubipora*). *tb* Einzelne Röhren. *p* Die Einzelpolypen. *o* Mundöffnung. *t* Tentakeln, welche dieselbe umstellen.

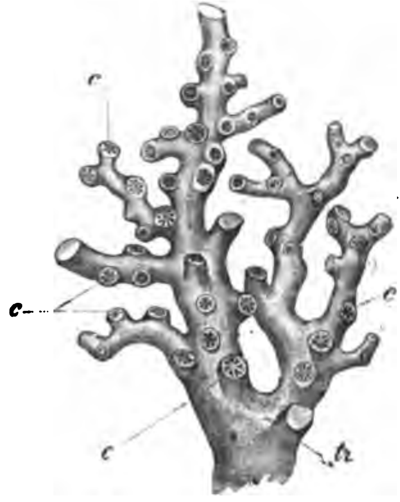



Fig. 307. Polyparium von der weissen Koralle (*Oculina virginea*). *tr* Polypenstamm. *c* Becherförmige Gruben, welche die Einzelthiere tragen, und deren verkalkte strahlige Leibes-Septa die strahlige Luft bedingen.

δ) Skelete, durch erhärtende Secrete erzeugt, welche die Körper-Oberfläche liefert und denen auch fremde Bestandtheile, wie Sandkörner, Reste harter Pflanzentheile und harte Theile der Excremente u. dergl. sich beizumischen pflegen. Sie stellen starre, schalenförmige Gehäuse oder Röhren dar, welche den Thierkörper schützend umgeben. Beispiele liefern die röhrenförmigen Gehäuse der Kopfkiemer (*Sabella* u. a.) und die Schalen und Gehäuse der Mollusken. Bei vielen, namentlich bei Gasteropoden, wird ihre erste Anlage durch Verdickung und Härtung der äussern Haut oder eines Theiles derselben gebildet, und nur die weitere Ausbildung und Vergrösserung erfolgt mit Hülfe der erhärtenden Secrete. Daher sind auch meistens diese Gehäuse nicht ganz vom innenwohnenden Thiere getrennt, sondern stehen an einer, wenn auch noch so beschränkten Stelle mit demselben in organischer Verbindung.

ε) Endlich gibt es noch Wirbellose (manche Crustaceen), welche sich fremde Skelete aneignen, um ihren, von der Natur ungenügend geschützten Leib damit zu schützen. So bemächtigt sich der sog. Einsiedlerkrebs *(Pagurus)* der Schalen von Meerschnecken, um seinen weichen Hinterleib hineinzustecken. Wird bei wachsendem Körper ein solches Gehäuse schliesslich zu klein, so wirft er dasselbe ab und wählt sich ein anderes von passenderer Grösse.

## b. Inneres Skelet.

### α) Inneres Skelet bei wirbellosen Thieren.

Wenn nun auch der Besitz eines innern Skelets eine Eigenthümlichkeit der Wirbelthiere ist, so fehlt es doch nicht an Bildungen im Innern des Körpers der Wirbellosen, welche, zur Stütze oder zum Schutze innerer Körpertheile dienend, den Anspruch auf die Bezeichnung eines inneren Skelets auch machen können. Manche dieser Formen von innerem Skelete sind freilich nur durch Verlängerungen des Hautskelets in's Innere des Körpers bewirkt, wie bei manchen Arthropoden, so besonders bei Crustaceen, namentlich den Krebsen, bei denen von dem Hautskelet an den einzelnen Abschnitten des Leibes Fortsätze nach innen gehen, theils zum Ansatze der Muskeln, theils zum Schutze des am Bauche liegenden Nervenstranges (Bauchmark) dienen; daher auch Nervenskelet genannt.

Doch bei anderen Wirbellosen, so namentlich bei den Mollusken, tritt ein wirkliches inneres Skelet, ähnlich wie bei den Wirbelthieren auf, das auch zum Einhüllen und Schutze des centralen Nervensystems dient, die Seh- und Hörorgane umschliesst und den Muskeln Befestigungspunkte bietet. Es ist dies der sog. Kopfknorpel der Cephalopoden, welcher, wie eine Art Schädel, das sog. Gehirn dieser Thiere kapselartig umschliesst, nebstdem aber auch von dem Oesophagus durchbohrt wird. Auch in den übrigen Theilen des Körpers, in die Muskelsubstanz eingebettet, kommen isolirte Knorpelstücke vor, welche den Muskeln Befestigungspunkte und einzelnen Körpertheilen grössere Stütze gewähren sollen. Hierher gehören Knorpel (Rückenknorpel) im Nacken bei Loligo und Sepia, Knorpel an den beiden Seiten des Trichters bei den Loligineen und Argonauta —, Knorpel an der Basis der Flossen bei den Loligineen, — und endlich Knorpel an der Basis der Arme (Armknorpel) zur Stütze und Befestigung derselben. Auch bei Röhrenwürmern kommt, den Untersuchungen von Leydig und Quatrefages zu Folge, ein inneres, aus Zellenknorpel gebildetes Skelet vor, das den Kiemen zur Stütze und den Thoraxmuskeln zum Ansatze dient[1]).

Das bei den Loligineen im Mantel steckende sog. Os Sepiae ist

[1]) Leydig, Lehrb. d. Histologie d. Menschen u. d. Thiere. Frankfurt a. M. 1857, S. 164.

jedoch keine hierher zu rechnende Bildung, es ist kein Analogon eines innern Skelets, sondern ein Absonderungsprodukt des Mantels. Es besteht aus einer hornigen Platte, welche auf beiden Seiten mit abgelagerten Kalkschichten bedeckt ist.

### β) Vom inneren Skelet der Wirbelthiere.

Agassiz, Recherches sur les poissons fossiles. Neuchâtel 1833. — Agassiz et Vogt, Anatomie des Salmones. Neuchâtel 1845. — D'Alton, Die Skelete der Robben und Lamantine. Bonn 1826. — Derselbe, Die Skelete der straussartigen Vögel. Bonn 1827. — Derselbe, Die Skelete der Beutelthiere. Bonn 1828. — Derselbe, Die Skelete der Chiropteren und Insectivoren. Bonn 1831. — Derselbe, Die Skelete der Raubvögel. Bonn 1838. — P. Albrecht, Beitrag zur Torsionstheorie des Humerus u. z. morpholog. Stellung der Patella in der Reihe der Wirbelthiere. Kiel 1875. (Eine sehr fleissige Inauguralarbeit.) — Arendt, De capitis ossei Esocis lucii structura. Regiomont. 1824. — Bakker, Osteographia piscium. Groning. 1822. — C. E. v. Baer, Zweiter Bericht von der königl. anatom. Anstalt zu Königsberg. Leipzig 1819. — T. Bell, Carnivora, in Todd's Cyclopaedia of anatomy, Vol. I. — Derselbe, Chiroptera, ebendaselbst, I. — Derselbe, Edentata, ebenda, II. — Derselbe, Insectivora, ebenda, II. — Bergmann, Bewegungen von Radius u. Ulna am Vogelflügel, in Müller's Archiv, 1839. — Th. Bischoff, Lepidosiren paradoxa. Leipzig 1840. — Derselbe, Ueber die Verschiedenheit in der Schädelbildung des Gorilla, Chimpanse und Orang-Utang. München 1867. — Bojanus, Anatome testudinis. Vilnae 1819. — Derselbe, Beitrag zur Deutung der Schädelknochen in der Isis, 1819. Taf. 16. — Derselbe, Zur Skeletbildung, ebendaselbst, 1819. Taf. 14, 15, 18. — Derselbe, Ueber den Schädel, ebenda, 1821. Taf. 8. — Bonnsdorf, Speciel jemförande bescrifning of hufvatskäls-benen hos Gadus lota. Helsingfors 1847. (Versuch einer speciellen Reduction des Fischschädels auf den des Menschen.) — Derselbe, Kritik der allgemein angenommenen Deutung der Furcula bei den Vögeln. Helsingfors 1869. Mit 4 Tafeln. — Brandt u. Ratzeburg, Med. Zoologie. Bd. I. — B. Brühl, Icones Zootomiam illustrantes. Wien 1862. — Derselbe, Anfangsgründe der vergl. Anatomie in allen Thierklassen. Mit 19 Tafeln. Wien 1847 (Lief. 1—3). — C. G. Carus, Von den Urtheilen des Knochen- und Schalengerüstes. Leipzig 1828. — Derselbe, Erläuterungstafeln zur vergl. Anatomie, Heft 2. Leipzig 1827. — G. Cuvier, Recherches sur les ossements fossiles. Paris 1821—24. Tom. I., V. — Derselbe, Histoire des poissons. — Derselbe, Vorlesungen über vergl. Anatomie, übersetzt von Froriep u. Meckel. Leipzig 1809. Bd. I. — Fr. Cuvier, Cetacea, in Todd's Cyclopaedia, Vol. I. — Milne Edwards, Crustacea, in Todd's Cyclopaedia, I. — Erdl, Ueber das Skelet des Gymnarchus, in den Abhandlungen der Münchener Akademie der Wissenschaften, 1846. — Derselbe, Tafeln zur vergl. Anatomie des Schädels. München 1841. — J. G. Fischer, Anatom. Untersuchung. Hamburg 1864. — G. Fischer, Ueber die verschiedenen Formen der Intermaxillarknochen. Leipzig 1800. — Fürbringer, Die Knochen und Muskeln der Extremitäten bei schlangenähnlichen Sauriern, 1870. — Gegenbaur, Untersuchungen zur vergl. Anatomie der Wirbelsäule bei Amphibien und Reptilien. Leipzig 1862. — Derselbe, Untersuchungen zur vergl. Anatomie der Wirbelthiere. Heft I.—III., 1864—72. (Handelt über Carpus und Tarsus, Schultergürtel, Brustflosse der Fische und Kopfskelet der Selachier.) — Derselbe, Ueber die episternalen Skelettheile in der Jenaischen Zeitschrift. Bd. V. S. 175. — Derselbe, Die Drehung des Humerus, ebenda, Bd. IV. S. 50. — Geoffroy de Saint-Hilaire, Philosophie anatomique, T. I. Paris 1818. — Derselbe, in Annales du Musée d'histoire naturelle, X. p. 358. — Goethe, Ueber die Zwischenkiefer, in Act. Academ. Leopold. Carol. Bd. XV., 1. — Derselbe, Zur Morphologie, Bd. II. — Gorski, Ueber die Beckenknochen der beschuppten Amphibien, in Müller's Archiv 1868. — Gurlt, Anatomische Abbildungen der Haussäugethiere. — Derselbe, Anatomie der Haussäugethiere. Neue Ausgabe von Leihenring mit Atlas. Berlin 1873. — Hagenbach, Hirn- und Schädelbau der sog. Hollenhühner, in Müller's Archiv, 1839. — Hallmann, Die vergl. Osteologie des Schläfenbeins. Hannover 1837. — Hasse u. Schwark, Studien zur vergl. Anatomie der Wirbelsäule, in Hasse's Anatom. Studien. Leipzig 1873. Bd. I. S. 21. — Henle, Ueber Narcine, eine neue Gattung elektrischer Rochen. Berlin 1834. — Hyrtl, Lepidosiren paradoxa, Wien 1845. — Derselbe, Cryptobranchus japanicus. Wien 1865. Mit 14 Tafeln. —

v. d. Hoeven, De sceleto piscium. Lugd. Batav. 1822. — Humphry, Observation on the limbs of the vertebrate animals: the plan of their construction; their homology and the comparison of the fore and hind limbs. Cambridge 1860. 3 Tafeln. — Huxley, Elem. of comparat. anatom. London 1864. — G. Jäger, Entwickelung der Gräte des Schädels bei Säugethieren und Entwickelung und Function der Knochenhöhlen, in Müller's Archiv, 1842. — Derselbe, Ueber die Knochenhöhle, ebenda, 1842. — Derselbe, Ueber die am Schädel von Wirbelthieren im Verlauf der Entwickelung bemerkbaren Veränderungen, ebendaselbst 1847. — F. Rymer Jones, Osseous System, in Todd's Cyclopaedia, Vol. III. — Derselbe, Pachydermata, ebenda, Vol. III. — Derselbe, Pisces, ebendaselbst, Vol. III. — Derselbe, Myriapoda, in Todd's Cyclopaedia, Vol. III. — Derselbe, Gasteropoda, in Todd's Cyclopaedia, Vol. III. — Kölliker, Ueber das Ende der Wirbelsäule der Ganoiden und einiger Teleostier. Leipzig 1860. Mit 4 Tafeln. — Derselbe, Zweiter Bericht von der zootom. Anstalt zu Würzburg, 1849 (Primordialcranium). — Koestlin, Der Bau des knöchernen Kopfes. Stuttgart 1844. — Krauss, Zur Osteologie d. surinam. manatus, in Müller's Archiv, 1858. — Lieberkühn, Ueber den Abfall der Geweihe etc., in Müller's Archiv, 1861, S. 748. — J. C. G. Lucae, Die Robbe und Fischotter in ihrem Knochen- und Muskelskelet. Eine morpholog. Studie. Frankfurt a. M. 1876. — Ch. Martin, Nouvelle comparaison des membres pelviens et thoraciques chez l'homme et chez les Mammifères, déduits de la torsion de l'humerus; Mémoire de l'Académie des sciences et lettres de Montpellier. N. Ser. T. III., 1857. — Fr. Meckel, System der vergl. Anatomie. II. Theil, 1. und 2. Abtheilung. — Derselbe, Ornithorhynchi paradoxi descriptio anatomica. Lipsiae 1826. — Mettenheimer, De membro piscium pectorali. Berolini 1847. — J. Müller, Zur vergl. Osteologie und Myologie der Myxinoiden. Berlin 1837. — Derselbe, Ueber Branchiostoma lubricum, in d. Abhandl. der Berliner Akademie, 1842. — A. Müller, Beobachtungen zur vergl. Anatomie der Wirbelsäule, in Müller's Archiv, 1853. — Newport, Insekta, in Todd's Cyclopaedia, II. — Nitzsch, Osteographische Beiträge zur Naturgeschichte der Vögel. Halle 1811. — Oken, Ueber die Bedeutungen der Schädelknochen. Jena 1807. — Derselbe, Beinphilosophie, in der Isis, 1819, S. 1528, Taf. 18. — Derselbe, Pterodactylus, ebenda, Taf. 20. — Otto, De rarioribus quibusdam sceleti humani cum mammalium sceleto analogiis. Vratislav. 1839. — Owen, Lectures on comparat. Anatomy. P. I. London 1846. — Derselbe, On the Archetype of the vertebrate Skeleton. London 1848. — Derselbe, Ueber Lepidosiren annectens, in Transact. of the Linnean Society. London 1839. — Derselbe, Marsupialiea, in Todd's Cyclopaedia, III. — Derselbe, Monotremata, Vol. III., ebenda. — Derselbe, Aves, ebenda, I. — Derselbe, Cephalopoda, in Todd's Cyclopaedia, Vol. I. — Pander u. d'Alton, Die Skelete der Pachydermen. Bonn 1821. — Dieselben, Die Skelete der Raubthiere. Bonn 1822. — Dieselben, Die Skelete der Wiederkäuer. Bonn 1823. — Dieselben, Die Skelete der Nagethiere, Abth. 1 u. 2. Bonn 1823—24. — Dieselben, Die Skelete der Vierhänder. Bonn 1824. — Dieselben, Die Skelete der zahnlosen Thiere. Bonn 1825. — Dieselben, Die Skelete der Cetaceen. Bonn 1827. — Peters, Die Bildung des Schildkrötenskelets, in Müller's Archiv, 1839. — Pfeiffer, Zur vergl. Anatomie des Schultergürtels. Giessen 1854. — Rathke, Untersuchungen über den Kiemenapparat und das Zungenbein der Wirbelthiere. Riga und Dorpat 1832. — Derselbe, Bemerkungen über den innern Bau der Pricke. Danzig, 1825. — Derselbe, Ueber Entwickelung und Körperbau der Krokodile. Braunschweig 1866. — Reichert, Vergl. Entwickelungsgeschichte des Kopfes der nackten Reptilien. Königsberg 1838. — Derselbe, Ueber Primordialcranium, in Müller's Archiv, 1852, S. 521. — Derselbe, Ueber den assymetr. Bau des Kopfes der Pleuronectiden, in dessen Archiv, 1874, S. 196, Taf. V u. VI. — Retzius, A., Die richtige Deutung der Seitenfortsätze der Rücken- und Lendenwirbel des Menschen und der Säugethiere, in Müller's Archiv, 1849. — Rosenthal, Ichthyotomische Tafeln. 6 Hefte. Berlin 1817—25. — L. Rütimeyer, Ueber den Bau von Schale und Schädel der lebend. und fossilen Schildkröten. Basel 1874. — Derselbe, in den Verhandlungen der naturforsch. Gesellschaft in Basel. Bd. VI., 1. — Sharpey, Echinodermata, in Todd's Cyclopaedia, Vol. II. — Spencer-Cobbald, Ruminantia, ebenda, Vol. II. — Stannius, Die Deckknochen und integrirenden Ossificationen der Wirbel einiger Knochenfische, in Müller's Archiv, 1849. — Derselbe, Gebiss und Schädel des Walrosses, in Müller's Archiv, 1842. — Derselbe, Handbuch der Anatomie der Wirbelthiere. 1. Heft: Zootomie der Fische; 2. Heft: Zootomie der Amphibien. 2. Aufl. Berlin 1854—1856. — Strauss-Dürkheim, Anatomie du Chat. Atlas. Paris 1845. — Tiedemann (mit Oppel u. Liboschitz), Naturgeschichte der

Amphibien. I. Heft: Krokodile. Heidelberg 1817. — Derselbe, Anatomie und Naturgeschichte des Drachens. Nürnberg 1811. — J. Tomes, Osseous System, in Todd's Cyclopaedia, Vol. III. — Ullrich, De capite testudinis. Berolini 1816. — Vicq-d'Azyr, in dessen: Oeuvres, publiés par Moreau. T. IV. — Volkmann, Anatomia animalium, Vol. I. Lib. 1. Lipsiae 1831. — Vrolik, Ueber das Becken des Braunfisches (Delphinus phocaena), in Müller's Archiv, 1850. — R. Wagner, Icones zootomicae. Lipsiae 1841. — M. J. Weber, Die Skelete der Hausthiere. Bonn 1824. Zweite Ausgabe 1850. — John Wood, Pelvis, in Todd's Cyclopaedia, Vol. V. — Zaeringer, Quaedam de historia naturali atque descriptio sceleti salmonis forionis. Friburg i. Br. 1829.

Es ist stets aus Bindesubstanz gebildet, bald aus Bindegewebe und Knorpel, bald aus Knochen. Bei seiner ersten Anlage besteht es aus beiden ersteren, bei seiner weiteren Vervollkommnung wird es von den letzteren gebildet.

a) *Einfachste Anlage des inneren Skelets.*

Wo das innere Skelet in seiner einfachsten Form auftritt, wie es vorübergehend als erste Skeletanlage bei den Embryonen aller Wirbelthiere, und als bleibendes Skelet bei Cyclostomen und Amphioxinen unter den Fischen angetroffen wird, — besteht es: 1) aus einem, von Zellenknorpel gebildeten Knorpelstrange — der Rückensaite *(Chorda dorsalis)* — und 2) aus einigen faserhäutigen Platten, die von der, die Chorda umschliessenden, äusseren bindegewebigen Hülle ausgehen und theils dorsalwärts von der Chorda zur Umschliessung des centralen Nervensystems, theils ventralwärts zur Umschliessung der Organe der Leibeshöhle dienen (Fig. 308).

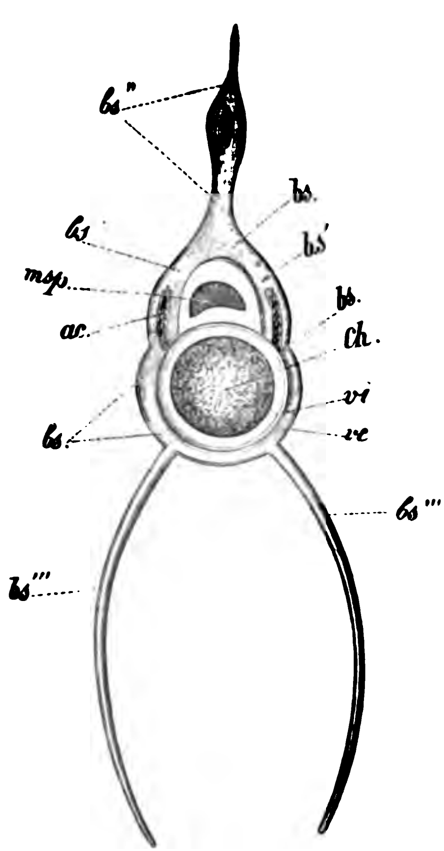



Fig. 308. Querschnitt des Skeletes von Petromyzon marinus. *ch* Chorda. *vi* Innere Scheide. *ve* Aeussere Scheide. *bs* Bindegewebige Skeletsubstanz. *bs'* Dorsale blattförmige Ausläufer zur Umschliessung des Rückenmarkes (*msp*). *bs''* Unpaares dorsales Blatt. *bs'''* Ventrale blattförmige Ausläufer zur Umschliessung der Rumpfhöhle (entspr. den späteren Rippen).

Die Chorda dient dem Rückenmarke *(msp)*, das auf ihr liegt, zur tragenden Stütze und vertritt die Stelle der späteren Wirbelkörper. Sie geht auch unter, sobald diese, sei es knorpelig oder knöchern, auftreten. Sie wird von drei Hüllen (Fig. 309) umschlossen, von denen die zwei inneren die eigentlichen Chorda-Scheiden genannt werden. Die innere (Fig. 308 und Fig. 309 *vi*) ist von bindegewebigem Charakter und geschichtetem Bau; die andere *(ve)*, nach aussen

davon folgende — die äussere Chordascheide — sehr viel schwächer, als jene, besteht aus circulärlaufenden elastischen Fasern. Nach aussen von diesen zwei, der Chorda eigenthümlichen Scheiden besitzt letztere noch eine dritte äussere faserige Umhüllung (Fig. 308 und 309 *bs*), welche die übrigen bindegewebigen Theile der Skeletanlage durch blattförmige Ausläufer, die sie entsendet, liefert, wie auch da, wo die bindegewebigen Skelettheile durch Knorpel oder Knochen vertreten werden, diese aus ihr hervorgehen. Daher kann man sie auch als eigentliche Skelet bildende Scheide bezeichnen.

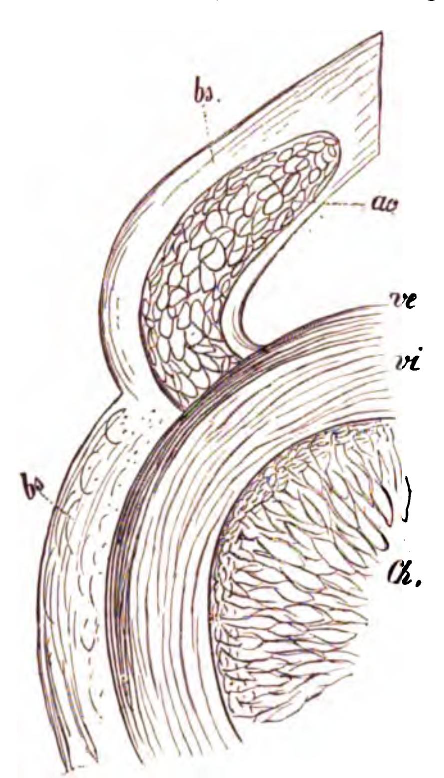



**Fig. 309.** Ein Theil der Chorda mit ihren beiden Scheiden, ihrer äusseren Faserhülle und den Anfängen von knorpeligen Wirbelbogen, etwas vergrössert dargestellt. *Ch* Chorda, aus kernlosen Knorpelzellen bestehend. *vi* Innere Chordascheide, von bindegewebiger Natur und geschichtetem Bau. *ve* Aeussere Chordascheide, aus circulärgelagerten elastischen Fasern gebildet. *bs* Skeletbildende äussere Faserhülle von bindegewebigem Charakter, deren Faserzüge in der Mitte vorwiegend einen circulären Lauf, in der inneren und äusseren Schichte dagegen eine mehr longitudinale Anordnung besitzen und in der oberflächlichen Lage auch von Pigment durchsetzt sind. *ac* Rudiment eines aus kernlosen Zellen bestehenden knorpeligen (dorsalen) Wirbelbogens, eingebettet in dem zur Umschliessung des Rückenmarkes dienenden Ausläufer der äusseren Chordahülle.

Diese äussere Faserhülle der Chorda, die wesentlich von bindegewebiger Beschaffenheit ist, in der Mitte mehr eine circuläre, innen und aussen eine mehr longitudinale Lagerung ihrer Faserzüge zeigt, in den äusseren Schichten auch pigmenthaltig zu sein pflegt, — entsendet dorsal- und ventralwärts blattförmige Ausläufer, von denen die ersteren (Fig. 308 *bs'*) zur schützenden Umschliessung des Hirn- und Rückenmarks, die letzteren (*bs'''*) dagegen zur Umschliessung der Organe der Leibeshöhle dienen. Die dorsalwärts von der Chorda beiderseits sich abhebenden Faserplatten — Dorsalplatten — (*bs'*) vereinigen sich über dem Rückenmarke (*msp*) von beiden Seiten miteinander und umschliessen dadurch letzteres ähnlich scheidenartig, als dies im Knorpel oder Knochenskelet durch die oberen (dorsalen) Wirbelbogen geschieht. Dass diese beiden Platten Aequivalente der noch fehlenden Wirbelbogen sind, geht daraus hervor, dass bei Petromyzon marinus in ihnen schon Andeutungen von sich entwickelnden knorpeligen Wirbelbogen auftreten (Fig. 308 und 309 *ac*). Die vereinigten Platten (*bs''*) verlaufen nun, ähnlich den auf den Wirbelbogen aufsitzenden Processus spinosi, in der Mittellinie nach der

Oberfläche des Rückens weiter. Bisweilen weichen sie auf diesem Wege noch einmal auseinander, um ein aus Fett und pigmentirtem Bindgewebe gebildeten Strang zwischen sich aufzunehmen. Die ventralwärts abgehenden Faserplatten *(bs''')* — Ventralplatten — umschliessen, gleich den Rippen, die Leibeshöhle. Dass sie Aequivalente der, die Wandung der letzteren stützenden Bogen des Knochenskelets sind, wird dadurch schon angedeutet, dass sie muskulös unterbrochen sind, sonach keine eigentlichen Platten, sondern nur Streifen darstellen, die, ähnlich den Rippen, mit Muskellagen abwechseln.

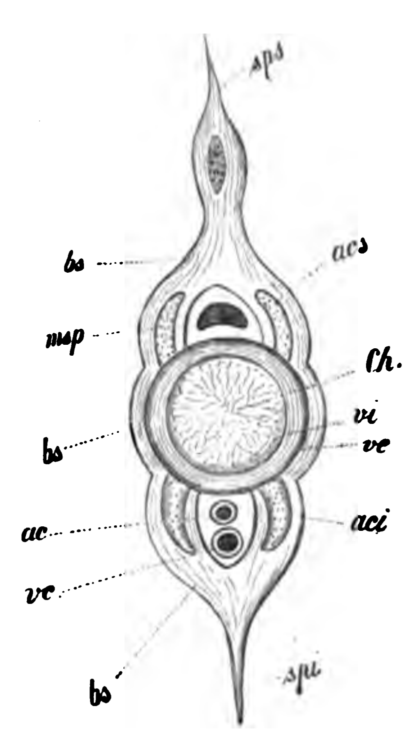



Fig. 310. Querschnitt des Schwanztheils des Skeletes von Petromyzon marinus. *Ch* Chorda. *vi* Innere (bindegewebige) Scheide derselben. *ve* Aeussere Chordascheide (aus circulären elastischen Fasern bestehend). *acs* Knorpelige Anlage von oberen Wirbelbogen. *aci* Knorpelige untere Wirbelbogen. *bs* Bindegewebige Skeletsubstanz (sog. skeletogenes Gewebe). *sps* Unpaarer Fortsatz nach dem Rücken, den späteren Processus spinosi superiores entsprechend. *spi* Dessgleichen nach unten, aus denen die späteren Processus spinosi inferiores hervorgehen. *msp* Medulla spinalis. *ac* Arteria caudalis. *vc* Vena caudalis.

Hinter der Leibeshöhle, unter dem Caudalabschnitte des Leibes, umschliessen die Ventralplatten, statt der Eingeweide der Leibeshöhle, die Stämme der Caudalgefässe *(Art. et Vena caudalis)* und bilden durch ihre Vereinigung von beiden Seiten um diese einen ähnlichen Kanal, — Caudalkanal — als wie die Dorsalplatten einen solchen um das Rückenmark bildeten (Fig. 310). Hier haben sie den Werth von unteren oder ventralen Wirbelbogen. Daher bei den Petromyzonten, bei welchen schon die Dorsalplatten Spuren von knorpeligen oberen Wirbelbogen enthielten, hier auch solche für untere Wirbelbogen vorgefunden werden (Fig. 310 *aci*). Entsprechend den Dorsalplatten, setzen auch diese Ventralplatten, nach ihrer Vereinigung, als unpaare Platte (*spi*) nach der Mittellinie der unteren Körperfläche ihren Lauf fort und entsprechen dadurch den Processus spinosi inferiores des Knochenskelets.

Bei Amphioxus lanceolatus (Fig. 311) ist das innere Skelet ähnlich angelegt, als es oben geschildert wurde, nur noch einfacher, Manches nur angedeutet, was dort mehr entwickelt sich zeigt. Aber eine auffällige Verschiedenheit zeigt sich darin, dass 1) die Chorda *(ch')* nicht einen zelligen Bau, sondern einen geschichteten hat, aus Querblättern, die selbst wieder

aus Fibrillen zusammengesetzt sind, besteht, und 2) statt der oben angeführten beiden eigentlichen Chordascheiden nur eine die Chorda umgibt.

R. Kossmann[1]) glaubt diese bisher vorgelegenen Widersprüche durch Untersuchung gelöst zu haben. Er sucht darzuthun, dass die bisherige Chorda, die von ihm sog. Pseudochorda, nicht die eigentliche Chorda, sondern die einseitig entwickelte innere Chordascheide sei. Die wirkliche Chorda sei verkümmert und finde sich nur ein schwaches Rudiment davon in dem dorsalen Umfang der Pseudochorda noch vor (Fig. 311 *ch'*).

b) *Umwandlung dieses Faserskelets in Knorpel- und Knochenskelet.*

1) An der Innenfläche der Faserscheide der Chorda entwickeln sich, erst knorpelig, dann knöchern, die Wirbelkörper, wobei nach Maassgabe der Entwicklung der letzteren die Chorda verdrängt wird.

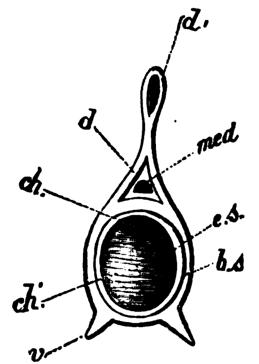
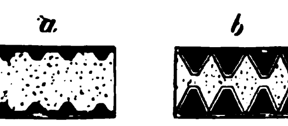



**Fig. 311.** Querschnitt des Skeletes von Amphioxus lanceolatus. *ch* Chorda. *ch'* Pseudochorda oder innere (cuticulare) Scheide. *e.s* Aeussere (elastische) Chordascheide. *b.s* Bindegewebige Skeletsubstanz. *d* Dorsale Ausläufer zur Umschliessung der Medulla spinalis (*med*) als Vertreter der späteren oberen Wirbelbogen. *d'* Unpaarer Fortsatz, den späteren Processus spinosi entsprechend. *v* Ventrale Fortsätze.

Die ersten Anlagen der Wirbelkörper (Fig. 312 a) erscheinen bald als sehr schwache (wie bei den Chimären), bald als stärkere ringförmige Wülste (wie bei



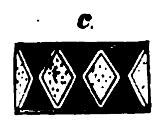




**Fig. 312.** Schema der Bildung der Wirbelkörper bei den Fischen im Längsdurchschnitt der Chorda. *a* Die ersten Anlagen der Wirbelkörper — Form von schwachen ringförmigen Wülsten, welche von der Innenfläche der Chordascheide in die Chordasubstanz hineinwachsen. *b* Stärkere Entwicklung dieser ringförmigen Wülste; sie stellen nun die Wirbelkörper dar, welche biconcave Scheiben sind mit centraler Oeffnung, durch welche die einzelnen Abtheilungen der übrig gebliebenen Chordasubstanz noch mit einander in Verbindung stehen. *c* Vollständige Ausbildung der Wirbelkörper, von biconcaver Scheibform, ohne centrale Oeffnung. Die zwischen den einzelnen befindlichen biconcaven Lücken sind von der Chordasubstanz ausgefüllt.

den Plagiostomen), welche von der Innenfläche der äusseren Chordascheide in die Chordasubstanz hineinwachsen, dadurch die letztere in Abtheilungen scheiden, die durch die Oeffnung der so entstandenen Ringe jedoch noch untereinander in Verbindung stehen (Fig. 312 b).

Tritt hier, wenn auch nur theilweise, Verknöcherung auf, wie bei den meisten Plagiostomen, so beginnt dieselbe nicht aussen, sondern innen an der Höhlung des Ringes und schreitet nach aussen weiter.

Schliesst sich bei der Wirbelentwicklung die Höhlung des Ringes beinahe zu oder ganz (Fig. 312 c), so stellen die Wirbelkörper biconcave Scheiben dar, zwischen welchen noch biconconvexe Abtheilungen der Chordasubstanz liegen, die nur selten durch feine Oeffnungen in der Mitte des Wirbelkörpers noch untereinander in Zusammenhang stehen (Knochenfische).

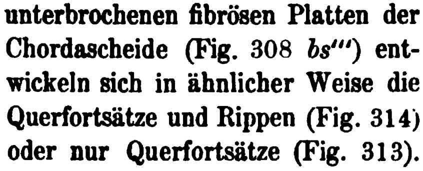
2) In den von der Faserscheide nach dem Rücken abgehenden, und das Centralnervensystem umgebenden Faserplatten (Fig. 308 *bs'*), ent-

---

[1]) In den Verhandlungen der Würzburger physical.-med. Gesellschaft. Neue Folge. Bd. VI. S. 82 Taf. IV.

wickeln sich (erst knorpelig, dann knöchern) die **Wirbelbogen** und die **oberen Dornfortsätze** (Fig. 313 und 314).

3) Aus den seitlich abgehenden, die Leibeshöhle umgebenden, muskulös unterbrochenen fibrösen Platten der Chordascheide (Fig. 308 *bs'''*) entwickeln sich in ähnlicher Weise die Querfortsätze und Rippen (Fig. 314) oder nur Querfortsätze (Fig. 313).



4) Am Schwanzbezirk, wo anstatt der die Leibeshöhle umschliessenden Platten solche nach unten abgehen (Fig. 310 *aci*), um den Kanal für die Caudalgefässe zu bilden, entwickeln sich daraus, wo nothwendig, auch **untere Wirbelbogen** und **untere Dornfortsätze** hervor (Fig. 313).

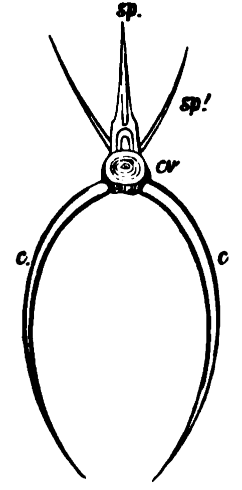



Fig. 314. Rumpfskelet eines Knochenfisches (*Forelle*) im Querschnitt (n. R. Wagner). *cv* Wirbelkörper. *sp* Dornfortsatz. *sp'* Nebendorn. *c* Costae.

Die oberen und unteren Wirbelbogen mit den Processus spinosi können schon auftreten, wo an der Chorda noch keine Andeutung von Wirbelkörpern sich zeigt (Störe). Ueberhaupt stellt die Wirbelsäule der Ganoiden alle Stufen des Uebergangs der niederen Formen der Fische zu den Knochenfischen und selbst zu den Amphibien dar.

5) Das **vordere Ende des Kanals des Rückgrates** wird durch blasige Erweiterung zu dem das Gehirn umschliessenden **Schädel** *(Cranium, Pars cerebralis capitis)*, in den die Chorda mit übergeht. Anfänglich *(Cyclostomen, Selachier)* stellt er eine ungetheilte Knorpelkapsel (Fig. 315 *cr* und 316 *cr*) dar, welche in ihrer Wandung das Gehörorgan einschliesst, und vorn und seitlich Gruben (Nasen- und Augengrube) zur Aufnahme des Riech- und Sehorgans trägt (Fig. 316 *ol*, *o*). Bei anderen (Ganoiden, Knochenfischen, Amphibien) gliedert sich der Schädel. Seine einzelnen Glieder sind theils noch mehr oder weniger knorpelig, theils sind sie knöchern, bis endlich bei den höheren Wirbelthieren die letzteren ihn allein bilden.

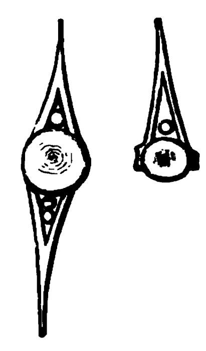


Fig. 313. Fischwirbel, den Uebergang der Querfortsätze in die Bildung der unteren Lagen darstellend.

Die knorpelige Schädelkapsel, das **Primordialcranium**, pflegt im ganzen Umfang knorpelig zu sein, wo keine Knochen auftreten, um das Gehirn zu

schützen und zu decken. Wo letzteres dagegen von Knochen mehr oder weniger umschlossen werden soll, kann sie stellenweise nur häutig gebildet sein, was Ueberreste der häutigen Dorsalplatten der äusseren Chordascheide sind, die den aus der blasig erweiterten Fortsetzung des Kanals des Rück-

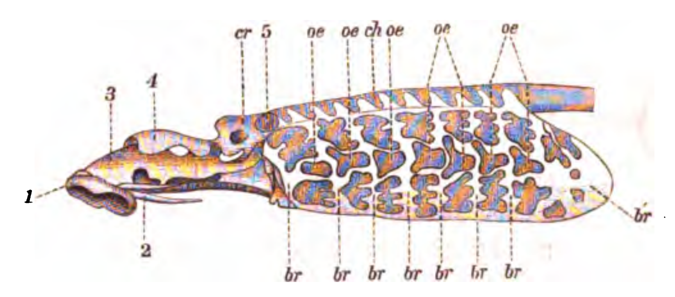



**Fig. 315.** Kopf und Kiemengerüst von Petromyzon flaviat. (nach R. Wagner). *cr* Knorpelhäutiges Cranium. *1* Knorpeliger Lippenring. *2* Anhang desselben. *3* und *4* Vordere und hintere Deckplatte des Mundes. *5* Gehörkapsel. *ch* Chorda dorsalis mit den Rudimenten von Bogenstücken der Wirbel. *br* Einzelne verästelte Bogen des Kiemenbogenkorbes, die sowohl am dorsalen Ende, mit dem sie am Rückgrat angeheftet sind, als auch am ventralen Ende und in der Mitte zwischen beiden letzteren mit einander in Verbindung stehen; an letzterer Stelle umgeben die doppelten Verbindungsstäbe Lücken (*oe*), welche die äusseren Kiemenöffnungen stützend umgeben. *br'* Geschlossenes hinteres Ende des Kiemenbogenkorbes.

grates hervorgehenden Schädel ebenso umgeben, als sie jenen bildeten. Die Knochen gehen theils aus Ossificationen des knorpeligen Theils der primordialen Schädelkapsel, theils aus solchen des häutigen Theils hervor, ja selbst Ossificationen der aussen, dicht aufliegenden Bedeckungen können zur

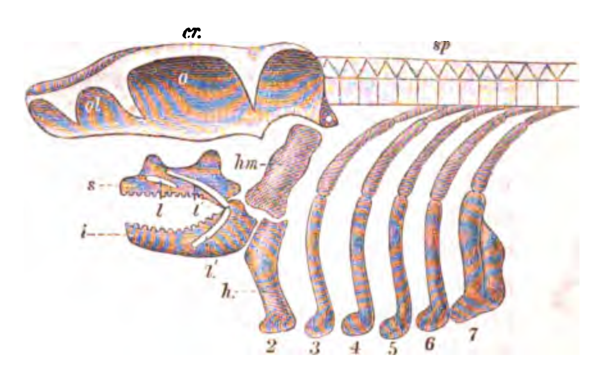



**Fig. 316.** Kopfskelet und Kiemengerüst von Acanthias vulgaris (etwas schematisch gehalten). *cr* Knorpeliges Cranium. *sp* Wirbelsäule. *o* Augengrube. *ol* Riechgrube. *2—7* Knorpelbogen des Kiemengerüstes. *h* Hyoideum. *hm* Hyomandibulare. *s* Oberkiefer. *i* Unterkiefer. *l* Vorderer oberer Lippenknorpel. *l'* Hinterer oberer und unterer Lippenknorpel.

Vervollständigung der Schädelwände beigezogen werden. Von der äusseren Scheide des Theils der Chorda, welcher in die Basis des Schädels sich fortsetzte, geht die Bildung von drei Wirbelkörpern ähnlich aus, wie solche am Rückgrat von ihr aus entstehen.

Die für die Bildung der Schädelwand und schützende Umschliessung des Gehirns noch weiter sich entwickelnden Knochen verbinden sich derart

untereinander und mit den an der Basis entstandenen Körpern, dass sie ähnlich ringförmige Segmente am Schädel — Schädelwirbel — veranlassen, als durch die Verbindung der in den Dorsalplatten entstehenden Stücke der Wirbelbogen mit den aus der Chordascheide entstandenen Wirbelkörpern zu den ringförmigen Rückgratwirbeln sich verbinden.

6) An die ventrale Seite der Schädelkapsel legen sich knorpelige oder knöcherne Bogen an, welche den vorderen Bogen des, die Athmungshöhle stützenden, Visceral- oder Kiemengerüstes entlehnt sind und zur stützenden Umschliessung des Einganges dieser und der Verdauungshöhle dienen sollen. In seiner einfachsten Form zeigt sich dieses Bogengerüst bei den Selachiern (Fig. 316 *s i*). Durch Gliederung, Verknöcherung der einzelnen Stücke und das Hinzutreten neuer Theile wird der Uebergang zu den höheren Thieren gegeben.

In Verbindung mit dem Schädel bildet dieses Bogengerüst den Kopf *(Caput)* und stellt daran dessen Antlitztheil *(Pars facialis)* oder das Kiefergaumengerüst dar.

Zu diesen wesentlichen Theilen des Wirbelthier-Skelets pflegen aber, zur Vervollständigung des Ganzen und je nach den Anforderungen an die zu machenden Leistungen, noch nachfolgende hinzuzutreten:

a) An der Wirbelsäule knorpelige oder knöcherne Rippen (Fig. 314), welche die Wandung der Leibeshöhle stützen und unter Umständen auch der Locomotion dienstbar werden können. Sie können aber auch fehlen. Am häufigsten jedoch ist ihre Anwesenheit nur auf eine bestimmte Abtheilung der Säule beschränkt. Wo einzelnen Organen der Leibeshöhle ein grösserer Schutz und den Rippen an ihrem unteren ventralen Ende ein fester Punkt gewährt werden soll, um ihnen diejenigen Bewegungen zu ermöglichen, wie die abwechselnden Umfangsveränderungen der Lungen beim Athmen es erfordern, — kann das von den Rippen gebildete Knochengewölbe einen unteren festen Verschluss dadurch erhalten, dass eine Anzahl von Rippen, meistens die vorderen (sog. wahren) Rippen — Costae verae — noch einen, ihre ventralen Enden vereinigenden unpaaren Schlussknochen — Brustbein *(Sternum)* — zwischen sich nehmen (Fig. 317 und 318), und mit dem rippentragenden Theil der Wirbelsäule den Skeletabschnitt darstellen, den man als Brustkorb *(Thorax)* zu bezeichnen pflegt. Er bildet den wesentlichsten Theil des Rumpfgerüstes *(Truncus)*, das dem Körperabschnitt zu Grunde liegt, der die gesammte Eingeweidehöhle einschliesst.

b) Können sich, wie dies auch bei den meisten Wirbelthieren der Fall ist, an das Rumpfgerüst noch gegliederte Anhänge — die Gliedmassen *(Extremitates)* — befestigen, welche zur Vermittelung der Ortsbewegung dienen, deren Zahl zwar verschieden sein kann, doch die im Allgemeinen aus vier zu bestehen pflegen, einem vorderen und hinteren Paare.

Nur bei den Fischen und den Walen zeigen sich Abweichungen. Bei letzteren gehen sie dahin, dass nur zwei vordere Gliedmassen vor-

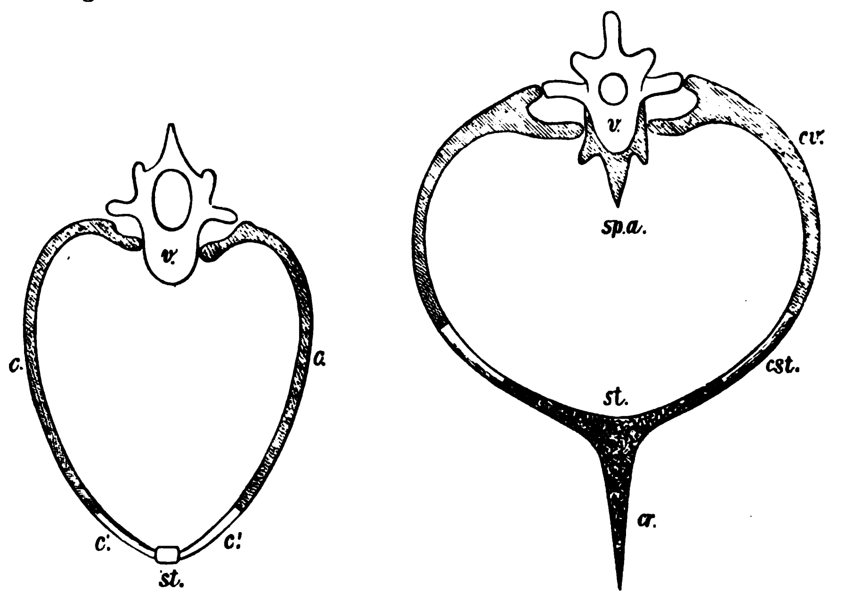



**Fig. 317.** Querdurchschnitt des Thoraxskelets eines Säugethieres (schmale Thoraxform), schematisch. *v* Wirbelsäule. *c* Costae. *c'* Cartilagines costales. *st* Sternum.

**Fig. 318.** Querdurchschnitt des Rumpfskelets eines Vogels (halbschematisch). *v* Wirbelsäule. *sp.a* Vorderer Dornfortsatz. *cv* Costa vertebralis. *cst* Costa sternalis. *st* Sternum. *cr* Crista sterni.

handen sind, das hintere Paar fehlt und durch die unpaare Schwanzflosse vertreten wird, während bei den Fischen, ausser den vier paarigen Gliedmassen, noch unpaare (Schwanz-, After- und Rückenflossen) vorkommen.

Die Gliedmassen werden durch Halbringe darstellende Knochenbogen getragen, welche mit ihrem offenen Theile an die Wirbelsäule oder sonst an den Rumpf geheftet sind, und die Gliedmassengürtel genannt werden.

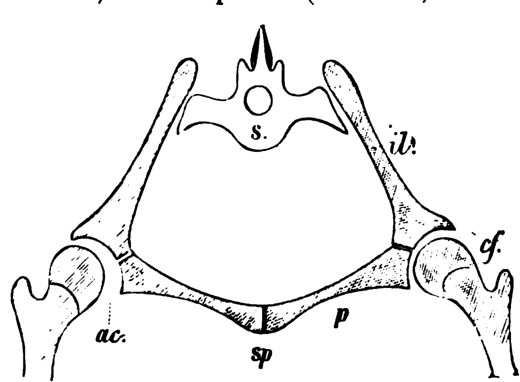



**Fig. 319.** Schema des Beckengürtels. *s* Beckentheil der Wirbelsäule (*Os sacrum*). *il* Darmbein (*Os ilium*). *p* Schoosbein (*Os pubis*). *sp* Schoosfuge (*Symphysis oss. pub.*). *ac* Hüftpfanne. *cf* Caput femoris.

Der die hinteren Gliedmassen tragende Knochengürtel — Beckengürtel (Fig. 319) — ist an die Wirbelsäule befestigt und umlagert das hintere (oder Bauch-) Ende der Rumpfhöhle. Der Träger der vorderen Gliedmassen — Schulter- oder Brustgürtel — umlagert das vordere (oder Brust-) Ende der Rumpfhöhle.

nimmt aber an der schützenden Umschliessung der vorderen Rumpfeingeweide nur dann unmittelbar Antheil, wenn die Rippen fehlen. Gewöhnlich liegt er lose auf der Aussenseite der vorderen Rippen (Fig. 320). Form, Ausbildung und Zusammensetzung dieser Gliedmassenträger zeigt bei den Wirbelthieren indess grosse Verschiedenheiten, welche von den Anforderungen bedingt werden, welche an ihre mechanische Leistung gestellt sind. Wo sie kräftigen Muskeln, welche die von ihnen getragenen Gliedmassen zu bewegen haben, zu Ausgangspunkten dienen, und wo die Gliedmassen und dadurch auch sie selbst die Körperlast mehr oder weniger zu tragen haben, sind sie stärker und vollständiger entwickelt, als im entgegengesetzten Falle, wo sie schwächer und unvollkommener zu sein pflegen, durch Verlust einzelner Bestandtheile selbst defect werden und da, wo die ihnen zugehörigen Gliedmassen fehlen, selbst ganz in Wegfall kommen können.

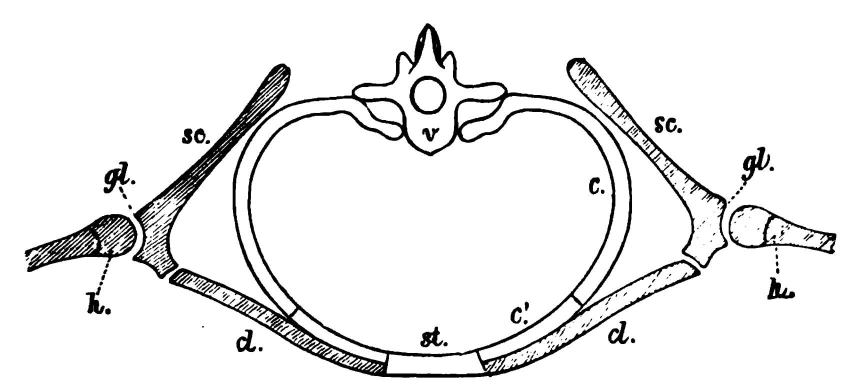



Fig. 320. Schema des Schultergürtels. *v* Wirbelsäule. *c* Rippe. *c'* Rippenknorpel. *st* Sternum. *sc* Scapula. *gl* Hüftpfanne für den Kopf des Os humeri (*h*) vom Schulterblatt allein getragen. *cl* Clavicula.

Ungeachtet dieser Verschiedenheiten aber, ist doch überall der gemeinsame Plan zu erkennen, nach dem sie angelegt sind. Nur bei den niedersten Wirbelthieren, den Fischen, ergeben sich so häufige und so weitgehende Abänderungen und Abweichungen, dass oft kaum noch der Schein eines gemeinsamen Grundplanes übrig gelassen ist.

So befestigt sich bei den Fischen der Schultergürtel, gegen die Regel, bald am Kopfe, bald an dem vorderen Theil der Wirbelsäule, während der Beckengürtel, der sonst immer mit der Wirbelsäule vereinigt ist, hier fast nie mit derselben in Verbindung steht, oft dicht hinter dem Schultergürtel (Brustflosser), ja bei manchen selbst vor diesem, gleichsam unter der Kehle (Kehlflosser), seine Lage nimmt.

Auch die Theile, aus denen die Gliedmassegürtel zusammengesetzt werden, erleiden hier so weit gehende Abänderungen, dass ein Vergleich mit den Gürteln höherer Thiere kaum noch durchführbar ist, was noch dadurch weiter erschwert wird, dass z. B. am Träger der Brustflossen noch

Knochenbildungen, die aus den Bedeckungen hervorgehen, mit in die Zusammensetzung desselben eingreifen.

c) *Allgemeines über die Gliedmassen.*

Gleich den Gliedmassegürteln, zeigen auch die Gliedmassen selbst nach Form, Bau und Ausbildung grosse Verschiedenheiten, indem sie jeweils den Verhältnissen sich anpassen, unter denen sie die Ortsbewegung zu vermitteln haben. Ruderartig sind die Gliedmassen, wo sie Ortsbewegung

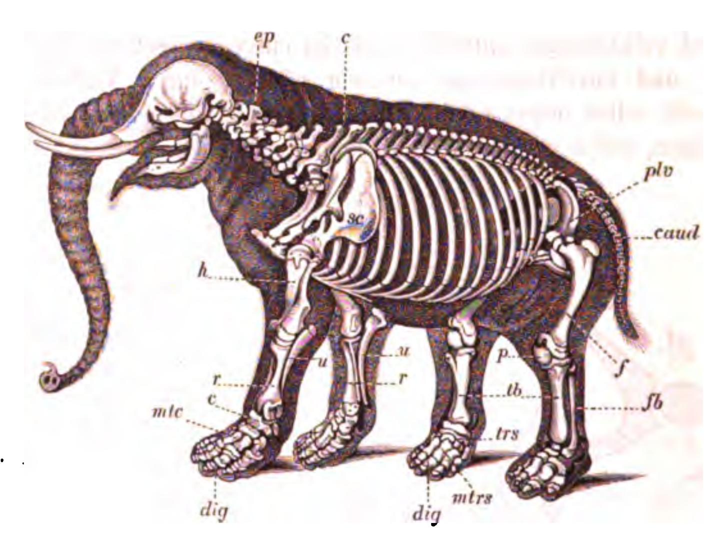



**Fig. 321.** Skelet vom afrikanischen Elephanten (*Elephas africanus*), nach Pander u. D'Alton. Kopf. *cr* Hirntheil oder Schädel (*Cranium*). *fc* Antlitztheil (*Pars facial.*). *dt* Stosszähne (im Zwischenkiefer steckend). *prb* Rüssel (*Proboscis*). *mi* Unterkiefer. Rumpf. *at* Erster Halswirbel (*Atlas*). *ep* Zweiter Halswirbel (*Epistropheus*). *c* Siebenter Halswirbel. *d* Dorsaltheil der Wirbelsäule. *l* Lendentheil. *s* Beckentheil (*Pars sacralis*). *caud* Schwanztheil (*Pars caudalis*). *c* Rippen (*Costae*). *crt* Rippenknorpel (*Cartil. costales*). *st* Brustbein (*Sternum*). Gliedmassen (*Extremitates*). Vordere Gliedmassen. *sc* Schulterblatt (*Scapula*). *h* Oberarmbein (*Os humeri*). *r* Speiche des Unterarms (*Radius*). *u* Ellenbogenbein (*Ulna*). *crp* Handwurzel (*Carpus*). *mtc* Mittelhand (*Metacarpus*). *dig* Finger (5 an der Zahl). Hintere Gliedmassen. *plv* Becken (*Pelvis*). *f* Oberschenkelbein (*Os femoris*). *p* Patella. *tb* Tibia. *fb* Fibula. *trs* Fusswurzel (*Tarsus*). *mtrs* Mittelfuss (*Metatarsus*). *dig'* Zehen (*Digiti*), 5 an der Zahl, worunter der innerste Zehe (grosser Zehe) sehr verkürzt ist.

im Wasser zu bewirken haben (Flossen, Ruderfüsse, Schwimmfüsse); zu Flügeln sind sie umgebildet, wo der Thierkörper durch die Luft getragen werden soll. Gangfüsse endlich stellen sie, den menschlichen Gliedmassen dann noch am meisten ähnlich, überall da dar, wo die Locomotion auf fester Unterlage, wie auf dem Lande, auf Bäumen, stattfindet.

Mögen indess diese Verschiedenheiten noch so weitgehende sein, so liegt doch überall ein gemeinsamer Plan zu Grunde, nach dem ihr Aufbau erfolgte, von dem selbst da noch Spuren zu finden sind, wo sie in Form und Bau ganz differente Bildungen zu sein scheinen.

Das Gemeinsame zeigt sich besonders darin, dass bei allen Wirbelthieren die Gliedmassen eine einander ähnliche Gliederung besitzen. Bei

den drei höheren Wirbelthierklassen pflegen sowohl die vorderen als auch die hinteren Gliedmassen in drei aufeinander folgende Abtheilungen zu zerfallen (Fig. 321 u. 322), von denen die erste, vom Gliedmassengürtel getragene

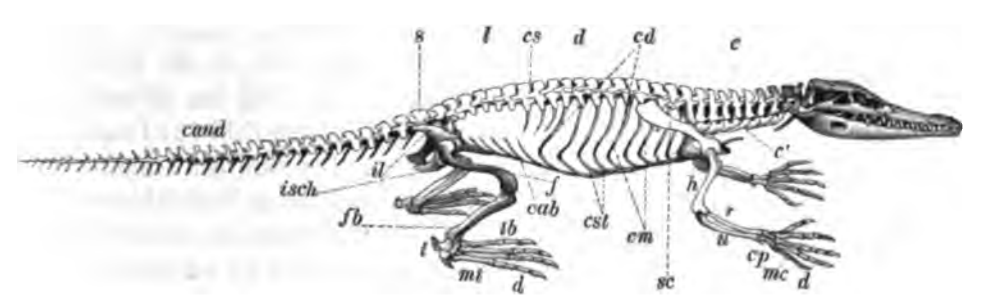



**Fig. 322.** Skelet vom Krokodil. *c* 8 Halswirbel. *d* Dorsalwirbel. *l* 5 Lendenwirbel. *s* 3 Sacralwirbel. *caud* Caudalwirbel. *c'* Halsrippen. *cd* Dorsalrippen. *cst* Sternalrippen. *cm* Costae mediae. *cab* Bauchrippen (*Cost. abdom.*). *sc* Scapula. *h* Humerus. *r* Radius. *u* Ulna. *cp* Carpus. *mc* Metacarpus. *d* Digiti. *il* Os ilei. *isch* Os ischii. *f* Femur. *tb* Tibia. *fb* Fibula. *t* Tarsus. *mt* Metatarsus. *d* Digiti.

Abtheilung der Oberarm *(Humerus s. Brachium* [*h*]*)* und Oberschenkel *(Femur* [*f*]*)* ist, die zweite den Unterarm *(Antibrachium* [*r u*]*)* und Unterschenkel *(Crus* [*tb fb*]*)*, und die dritte die Hand *(Manus)* und den Fuss *(Pes)* darstellt. Die letztere Abtheilung zerfällt in der Regel (von welcher jedoch die Vögel, wie weiter unten gezeigt werden wird, eine Ausnahme machen) noch in drei Unterabtheilungen: in die Handwurzel *(Carpus* [*crp*]*)* und Fusswurzel *(Tarsus* [*trs*]*)*, in die Mittelhand *(Metacarpus* [*mc*]*)* und den Mittelfuss *(Metatarsus* [*mt*]*)*, und in Finger *(Digiti)* und Zehen *(Digiti* [*dig*]*)*. Dem Oberarm und Oberschenkel liegt ein langer Knochen zu Grunde, Unterarm und Unterschenkel bestehen in der Regel aus zwei langen Knochen *(r u; tb fb)*, Hand und Fuss dagegen werden von einer grösseren Anzahl kleiner

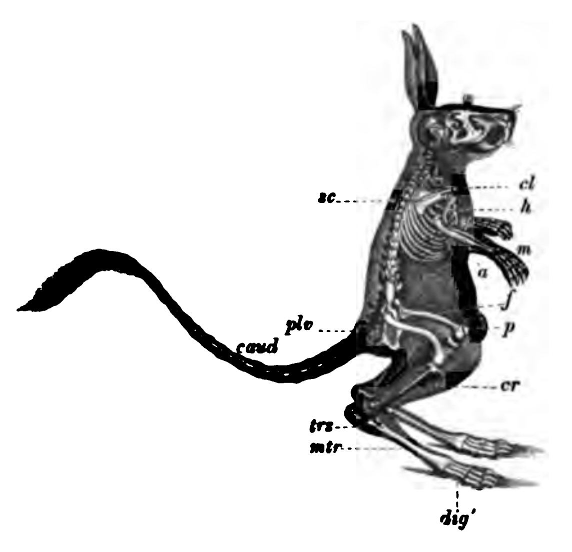



**Fig. 323.** Skelet von dem ägyptischen Jerboa oder Springer (*Dipus bipes*), nach Pander u. D'Alton. *cl* Schlüsselbein (*Clavicula*). *sc* Schulterblatt (*Scapula*). *h* Oberarm (*Humerus*). *a* Unterarm *(Antibrachium)*, aus Radius und Ulna bestehend. *m* Die Hand *(Manus)*, aus Carpus, Metacarpus und 5 Fingern gebildet. *plv* Becken *(Pelvis)*. *caud* Schwanz *(Cauda)*, sehr stark entwickelt, weil er bei der Ortsbewegung die hinteren Gliedmassen zu unterstützen hat. *f* Oberschenkel *(Femur)*. *p* Patella. *cr* Unterschenkel *(Crus)*, aus Tibia und Fibula, welche miteinander verwachsen sind, bestehend. *tr* Tarsus. *mtr* Metatarsus, nur aus einem gemeinsamen Knochen bestehend, der an seinem digitalen Ende drei Zehen (*dig'*) trägt.

Knochen gebildet. Die Hand- und Fusswurzel besteht häufig aus zwei Querreihen kleinerer, verschieden gestaltiger Knöchelchen; die Mittelhand und der Mittelfuss aus einer Querreihe länglicher, gleich gestaltiger Knochen, deren Zahl von der Zahl der Finger und Zehen abhängig ist. Nur wo Verschmelzung eingetreten ist (wie bei Wiederkäuern, manchen Nagern [*Dipus*], Vögeln u. a.), kann es den Schein haben, als ob die Zahl der Finger und Zehen auch grösser sein könne, als die Zahl der Mittelhand- und Mittelfussknochen (Fig. 323 *mtr*). Die Digiti, deren Zahl fünf nicht zu übersteigen pflegt, sind selbst wieder gegliedert. Die Zahl der Finger- und Zehenglieder ist nicht überall dieselbe. Bei den höheren Wirbelthieren ist sie, wie beim Menschen, kleiner als bei niederen Wirbelthieren, und bei Gliedmassen, welche Geh- und Greifwerkzeuge sind, constanter als bei solchen, die zum Fluge oder besonders zum Schwimmen dienen.

Bei den Fischen, deren paarige Flossen (Fig. 324 *p. pct*, *pv*) man den vorderen und hinteren Gliedmassen der übrigen Wirbelthiere, die

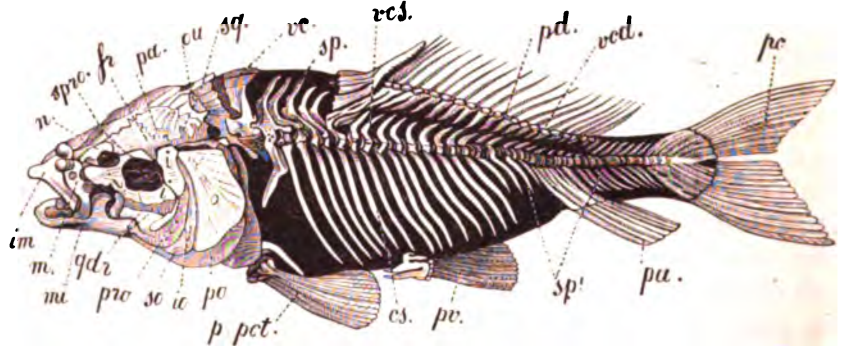



**Fig. 324.** Skelet von Cyprinus Carpio. Kopf. *o* Os occipitis. *pa* Os parietale. *fr* Os frontale. *n* Os nasale. *m* Os maxillare superius. *mi* Os maxillare inferius. *im* Os intermaxillare. *qdr* Os quadratum. *spro* Ossa supraorbitalia. *i* Ossa infraorbitalia. *sq* Os squamosum. *o* Operculum. *pro* Praeoperculum. *io* Interoperculum. *so* Suboperculum, oft mit dem vorhergehenden zu einem Stück verschmolzen. *po* Postoperculum. Rumpf. *vc* Die zwei ersten verschmolzenen Wirbel. *vcs* Rippentragende Wirbel. *vcd* Caudalwirbel. *sp* Process. spinosi und obere Wirbelbogen. *sp'* Untere Wirbelbogen und Process. spinosi. Gliedmassen. *p. pct* Brustflossen (*Pinnae pectorales*). *pv* Bauchflossen (*Pinnae ventrales*). *pc* Schwanzflosse (*Pinna caudalis*). *pd* Rückenflosse (*Pinna dorsalis*). *pa* Afterflosse (*Pinna analis*).

Flossenstrahlen den Fingern und den Zehen der Hand und des Fusses derselben vergleichen kann, ist die Gliederung eine abweichende, eine bedeutend grössere und unbeständigere. Von Gliedern, welche dem Oberarm oder Oberschenkel vergleichbar wären, ist meistens nichts vorhanden. Kaum dass sich Theile vorfinden, welche mit dem Vorderarm und Unterschenkel vergleichbar sind. Meistens fehlen auch solche, so dass die Hand und Fuss darstellenden Flossen unmittelbar auf dem Gliedmassengürtel aufzusitzen pflegen.

Die Gliederung der einzelnen Abschnitte der Gliedmassen in der Querrichtung erfolgt auch nach einem bestimmten Princip; sie nimmt im Allgemeinen von oben nach unten zu. Der Oberarm und Oberschenkel schliesst je einen Knochen (*Os humeri*, *Os femoris*) ein, der Unterarm und Unterschenkel werden von je zwei Parallelknochen (*Radius et Ulna*,

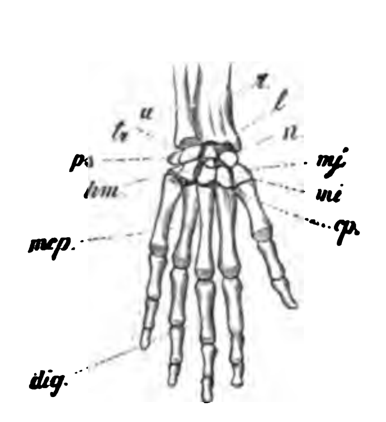



Fig. 325. Hand des Menschen. *r* Radius. *u* Ulna. *n* Naviculare des Carpus. *l* Lunatum desselben. *tr* Triquetrum. *ps* Pisiforme. *mj* Multangulum majus. *mi* Multangulum minus. *cp* Capitatum. *hm* Hamatum. *mcp* Metacarpus. *dig* Digiti.

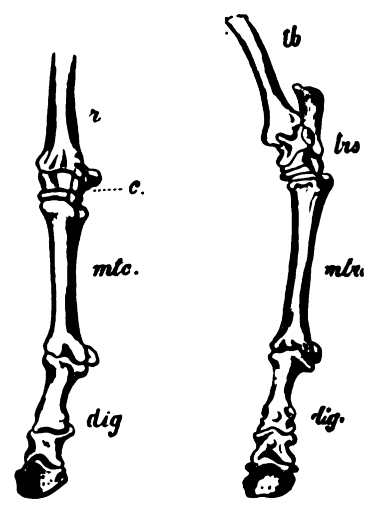



Fig. 326 A. Handskelet. B. Fussskelet vom Pferd (*Equus caballus*). *r* Radius. *c* Carpus. *mtc* Metacarpus. *dig* Digitus. *tb* Tibia. *trs* Tarsus. *mtrs* Metatarsus. *dig* Digitus.

*Tibia et Fibula)* gebildet, und an Hand und Fuss endlich wird die Zahl der Glieder in transversaler Richtung am grössten. An Hand- und Fusswurzel steigert sie sich auf vier (Figur 325) oder selbst fünf (Fig. 327), an der Mittelhand mit den Fingern, am Mittelfuss mit den Zehen sogar auf fünf nebeneinander stehende Glieder. Indess, je nach der Anforderung, welche an die Leistung gestellt wird, treten in einzelnen Fällen mehr oder weniger Reductionen ein, so dass die Zahl der Finger und der Zehen sich mehr oder weniger vermindert, auf vier, drei oder zwei, selbst auf eins (Fig. 326 A und B) herabsinken kann, während bei den Fischen, bei welchen die Hände und Füsse Ruderwerkzeuge zum Schwimmen bilden sollen, die Zahl der den Fingern vergleichbaren Flossenstrahlen die Zahl der Finger und Zehen der übrigen Wirbelthiere bedeutend übersteigt, überhaupt hier jede Beständigkeit verloren geht.

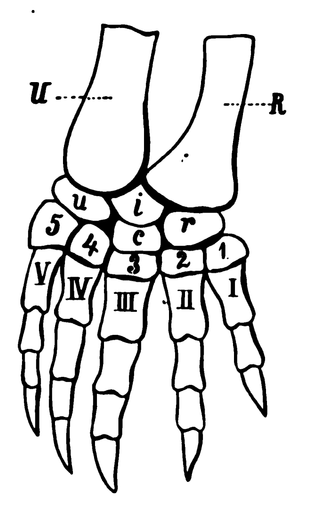



Fig. 327. Handskelet von Chelydra. *U* Ulna. *R* Radius. *r* Radiales Stück der ersten Reihe der Knochen des Carpus. *u* Ulnares Carpalstück derselben Reihe (*Ulnare*). *i* Zwischenstück (*Internodium*). *1—5* Einzelglieder der zweiten Carpalreihe (*Carpalia*). *c* Centrale, zwischen beiden Carpalreihen liegend. *I—V* Ossa metacarpi. (Nach *Gegenbaur*).

### c. Vom inneren Skelete der Wirbelthiere im Besondern.

#### *α*) Vom Rumpfskelet.

##### a) *Der Säugethiere.*

Auf den Körper der Säugethiere findet die am menschlichen Körper übliche Scheidung in Kopf, Rumpf und Gliedmassen, sowie die des Rumpfes

in Hals, Oberleib oder Brust, Unterleib oder Bauch und Becken ihre volle Anwendung. Nur reiht sich an das Becken ein meistens mehr oder weniger entwickelter Schwanz *(Cauda)* noch an, der häufig die Stelle einer Gliedmasse vertritt, beim Menschen indess unausgebildet blieb.

Der Rumpf schliesst in der durch seine ganze Länge ziehenden Wirbelsäule ein dem animalen Leben dienendes Organ — das Rückenmark mit seinen Hüllen — ein, während er unter der Wirbelsäule die Organe des vegetativen Lebens — die Organe der Verdauung, der Athmung mit dem Herzen, der Harnabsonderung und Fortpflanzung — enthält; daher die Scheidung des Rumpfes in animalen und vegetativen Theil. Am Halse sind die vegetativen Organe nur von der Haut umschlossen, weiter rückwärts aber in die grosse Rumpfhöhle eingelegt. Diese wird, wie beim Menschen, durch eine muskulöse Querwand — das Zwerchfell *(Diaphragma)* — in die, die Lungen und das Herz bergende Brusthöhle

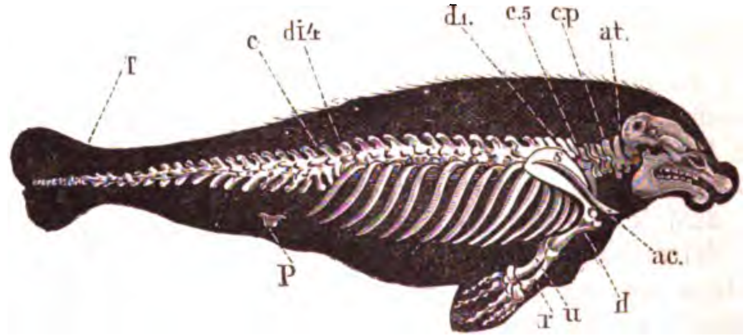



**Fig. 328.** Skelet von Manatus australis. *at* Atlas. *cp* Zweiter Halswirbel. *c 6* (statt *c 5*) Sechster Halswirbel. *d 1* Erster Dorsalwirbel (im Holzschnitt ist fälschlich auf den zweiten Dorsalwirbel hingewiesen). *d 14* Letzter (14.) Dorsalwirbel. *l—c* Lumbocaudalwirbel (im Holzschnitt sind *l—c* unverbunden und verkehrt dargestellt). *P* Rudimentäres Becken. *s* Schulterblatt (*Scapula*). *ac* Acromion. *h* (statt d) Oberarm. *u* Ulna. *r* Radius.

*(Cavum thoracis)* und in die Unterleibs- oder Bauchhöhle *(Cavum abdominis)*, welche die übrigen vegetativen Organe aufnimmt, geschieden. Letztere wird nun auch wieder in die Bauchhöhle im engeren Sinne und in die Beckenhöhle *(Cavum pelvis)* unterschieden, welche beide jedoch ununterbrochen ineinander übergehen. Die Beckenhöhle ist auch nichts weiter, als das vom Beckengürtel umfasste hintere Ausgangsende der Bauchhöhle. Es kann die Beckenhöhle als besondere Abtheilung der Rumpfhöhle natürlich auch nur so lange unterschieden werden, als dieser Theil der Unterleibshöhle vom Beckengürtel umfasst wird. Wo dieser fehlt, wie bei den Cetaceen (Fig. 327), kann selbstverständlich auch nicht mehr von einer Beckenhöhle die Rede sein.

An der Zusammensetzung der knöchernen Grundlage des Rumpfes nehmen Antheil: 1) die Wirbelsäule, 2) die Rippen mit dem Brustbein und 3) die beiden Gliedmassenträger — Schulter- und Beckengürtel.

Der von den Rippen und dem Brustbein gebildete Theil des Rumpfgerüstes heisst mit dem dazu gehörigen Theile der Wirbelsäule der Brustkorb (*Thorax*), ohngeachtet die hinteren oder falschen Rippen mehr an der Bildung der Bauchhöhle als der Brusthöhle Theil nehmen. Ebenso wird der vom Beckengürtel und dem dazu gehörigen Theile der Wirbelsäule gebildete Abschnitt des Rumpfskelets das Becken (*Pelvis*) genannt.

Wenn nun auch, nach dem Vorhergehenden, die Gliedmassengürtel immerhin die knöcherne Grundlage des Rumpfes mitbilden helfen, so werden wir dennoch sie von der nachfolgenden Betrachtung des Rumpfskelets, zu dem sie nur in örtlicher Beziehung gehören, ausschliessen und erst bei den Gliedmassen von ihnen handeln. Hier sollen nur die Wirbelsäule, Rippen und Brustbein ihre Erörterung finden.

### aa) Wirbelsäule (Columna vertebralis).

Sie zerfällt meistens in 5 Abschnitte, nämlich in: 1) einen Halstheil (*Pars cervicalis*), 2) einen Rippen- oder Brusttheil (*Pars thoracica*), 3) einen Bauch- oder Lendentheil (*Pars abdominalis s. lumbalis*), 4) einen Kreuz- oder Beckentheil (*Pars sacralis sive pelvina*) und 5) einen Schwanztheil (*Pars caudalis*), welche bei den verschiedenen Säugethieren eine grosse Mannigfaltigkeit der Ausbildung zeigen (Fig. 328).

Der Halstheil zeichnet sich vor den übrigen Abtheilungen besonders durch die Beständigkeit der Zahl seiner Wirbel aus, indem er, wie beim Menschen, stets aus 7 Wirbeln besteht, mag die Länge des Halses eine grosse oder geringe sein.

Nur die Faulthiere und Manatus scheinen von dieser Regel eine Ausnahme zu machen, indem bei ersteren die Zahl der Halswirbel vermehrt, bei letzterem aber vermindert erscheint. So zeigt Bradypus tridactylus 9 (Fig. 330), Bradypus torquatus 8 und Manatus australis 6 Halswirbel, während Bradypus didactylus und giganteus wieder die gewöhnliche Zahl 7 haben.

Um diese Verschiedenheiten und Ausnahmen indess richtig zu beurtheilen, muss man berücksichtigen, dass alle Halswirbel rudimentäre Rippen tragen, welche jedoch frühe mit den Querfortsätzen verwachsen und dadurch zur Bildung der Foramina transversaria Anlass geben. Verkümmern nun von den nächstfolgenden Brustrippen ausnahmsweise auch noch einige bis zu dem Grade, wie an den Halswirbeln, so wird dadurch scheinbar die Zahl der Halswirbel vergrössert, weil man gewöhnt ist, die hinter dem Kopfe folgenden Wirbel so lange für Halswirbel zu nehmen, als dieselben noch keine zum Brustbeine gehenden Rippen tragen. So verkümmern bei den genannten Faulthieren die erste und auch die zweite Brustrippe; daher der Schein von 8—9 Halswirbeln. Bei einem jungen dreizehigen Faulthiere finde ich nur die erste Brustrippe verkümmert, daher nur 8 Halswirbel,

während beim alten Thier, wo wegen des unvollständigen Brustbeins auch die zweite Rippe später sich zurückzieht, 9 Halswirbel vorhanden zu sein scheinen.

Bei Bradypus giganteus und didactylus findet eine derartige Verkümmerung der vorderen Brustrippen nicht statt, daher auch hier die gewöhnliche Zahl der Halswirbel vorhanden ist.

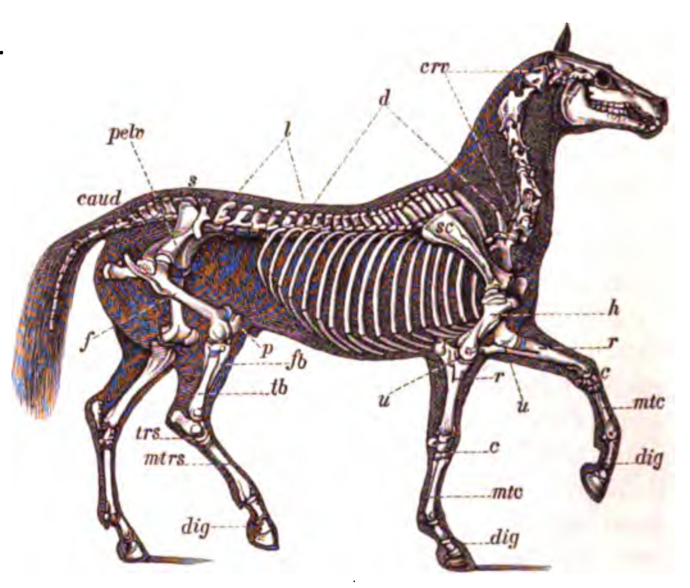



**Fig. 329.** Skelet vom P f e r d (*Equus caballus*). K o p f. *cr* Hirntheil oder Schädel des Kopfes (*Cranium*). *f* Antlitztheil des Kopfes. R u m p f. *crv* Halswirbel (7). *d* Rückenwirbel (*Vertebrae dorsales*, 18). *l* Lendenwirbel (*Vertebrae lumbales*, 6). *s* Kreuzwirbel (5) zum Kreuzbein verbunden. *caud* Schwanzwirbel (*Vertebrae caudales*, 16 — 18). *c* Wahre Rippen (*Costae verae*), die 8 vorderen. *c'* Falsche Rippen (*Costae spuriae*), die 10 hinteren. *cc* Rippenknorpel (*Cartilag. cost.*). V o r d e r e G l i e d m a s s e n (*Extremitates ant.*). *sc* Schulterblatt (*Scapula*). *h* Oberarmbein (*Os humeri*). *r* Speiche (*Radius*). *u* Ellenbogenbein (*Ulna*). *ol* Olecranon. *c* Handwurzel (*Carpus*). *am* Handgelenk (*Articulatio manus*). *c* Vorderknie. *mtc* Mittelhand (*Metacarpus*). *mtc'* Griffelbeine (verkümmerte Metacarpalknochen). *dig* Finger (*Digitus*), aus 3 Gliedern zusammengesetzt. Das erste Glied heisst F e s s e l b e i n, das zweite K r o n b e i n, das dritte H u f b e i n. *sm* S e s a m b e i n (*Os sesamoideum*), unter dem ersten Fingergelenk, gewöhnlich G l e i c h b e i n genannt. H i n t e r e G l i e d m a s s e n (*Extremitates posteriores*). *pelv* Becken (*Pelvis*). *f* Oberschenkelbein (*Os femoris*) oder B a c k e n b e i n. *p* Kniescheibe (*Patella*). *tb* Grosses Unterschenkelbein, S c h i e n b e i n (*Tibia*). *fb* Kleines Unterschenkelbein, W a d e n b e i n (*Fibula*) oder D o r n. *ap* Fussgelenk (*Articulatio pedis*), auch Sprunggelenk genannt. *trs* Fusswurzel (*Tarsus*). *cal* Die Ferse, gewöhnlich H i n t e r k n i e genannt. *mtrs* Mittelfuss (*Metatarsus*), aus e i n e m Hauptknochen (dem sog. h i n t e r e n S c h i e n b e i n) und z w e i verkümmerten Mittelfussknochen beiderseits des ersteren, den sog. G r i f f e l b e i n e n (*mtrs*) bestehend. *dig* Zehe (*Digitus*), deren erstes Glied, wie am Vorderfuss, F e s s e l b e i n, das zweite K r o n b e i n und das Endglied H u f b e i n heisst. *sm* Sesambein (*Os sesamoideum*) oder das G l e i c h b e i n.

Wenn bei Manatus australis (Fig. 327), wie ich an einem vor mir stehenden Exemplare sehe, nur 6 Halswirbel sich vorfinden, so ist dies nur durch die Annahme zu erklären, dass hier die siebente Halsrippe, gegen die Regel, noch zu einer Brustrippe sich entwickelte und mit dem Brustbein in Verbindung trat. Daher der siebente Halswirbel hier schon als erster Brustwirbel angesehen wird.

Während der Hals in Betreff der Zahl seiner Wirbel eine so grosse Beständigkeit an den Tag legt, zeigt er dagegen hinsichtlich seiner Länge

viele Verschiedenheiten. Doch auch hierfür lassen sich einige allgemeinere Gesichtspunkte gewinnen, welche das Verständniss dieser Verschiedenheiten erleichtern. Die Länge des Halses wird im Allgemeinen von der Grösse des Weges bedingt, welchen der Kopf bis zum Boden, worauf das Thier steht, zurücklegen muss, um mit dem Maule die Nahrung ergreifen zu können.

Da dies von der Höhe der Vorderbeine abhängig ist, so pflegt die Länge des Halses mit der Höhe der vorderen Gliedmassen in geradem Verhältnisse zu stehen. Daher langer Hals bei hohen (z. B.

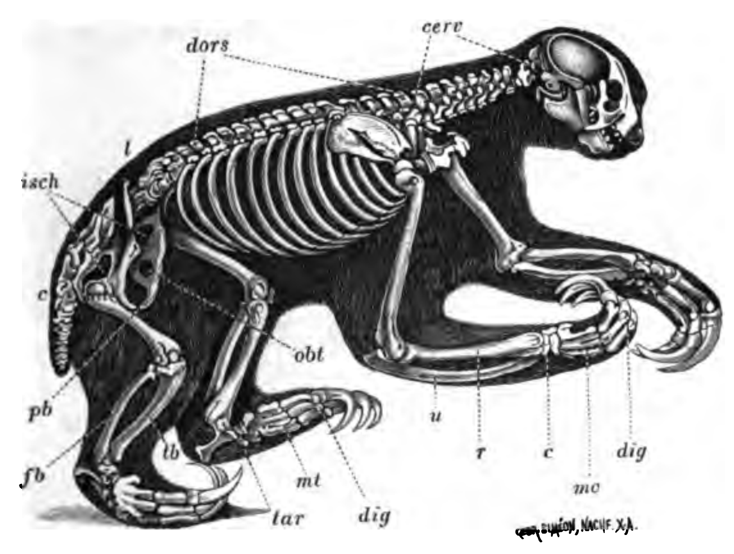



**Fig. 320.** Skelet vom Faulthier (*Bradypus tridactylus*). *cerv* Halswirbel (*9*). *dors* Dorsalwirbel (*14*) *l* Lumbalwirbel (*5*). Bei 8 Cervicalwirbel steigt die Zahl der Dorsalwirbel auf 15. Wenn letztere Zahl auch bei 9 Halswirbel sich vorfindet, dann ist die Zahl der Lendenwirbel vermindert, statt 5 sind dann nur 4 Lendenwirbel vorhanden. Die Sacralwirbel, deren 6 sich vorfinden, sind untereinander und mit dem Becken verwachsen. *isch* Incisura ischiadica. *obt* Foramen obturatorium. *pb* Eröffnung des Beckens nach vorn durch Wegfall der Symphysis oss. pubis. *c* Caudalwirbel der Wirbelsäule. Vordere Gliedmassen. *r* Radius. *u* Ulna. *c* Carpus. *mc* Metacarpus. *dig* Finger. Hintere Gliedmassen. *tb* Tibia. *fb* Fibula. *tar* Tarsus. *mt* Metatarsus. *dig* Zehen (*Digiti*).

Lama, Giraffe, Einhufer), kurzer Hals bei niedrigen Vorderbeinen, wie z. B. bei den Carnivoren u. a.

Die Länge des Halses steht auch zur Belastung durch den Kopf in umgekehrtem Verhältnisse. Daher bei sehr langem Halse ein kleiner Kopf (Giraffe), bei schwerem Kopfe dagegen ein kurzer Hals (Elephant etc.). Wo einen solchen kurzen Hals hochbeinige Thiere erhalten mussten, sucht die Natur die zur Nahrungsaufnahme unzureichende Halslänge auf andere Weise zu ersetzen; so beim Elephanten (Fig. 321), durch den als Greiforgan fungirenden Rüssel, oder dadurch, dass die Nahrung unter Verhältnissen dem Thier geboten wird, wo sie dem Maule näher steht. So findet der

Elenhirsch, dessen Kopf mit einem so grossen massigen Geweihe belastet ist, dass er einen kürzeren Hals erhalten musste, seine Nahrung an Felswänden oder in Sümpfen u. dergl.

Kurz ist der Hals auch, und das Maass seiner Länge nicht mehr von der Länge der vorderen Gliedmassen abhängig in all' den Fällen, wo entweder, wie bei den Affen, vielen Nagern u. dergl., die vorderen Gliedmassen Greiforgane sind, welche die Nahrung dem Maule zuführen, oder die Thiere ihr Leben auf Bäumen verbringen (Faulthier u. a.), wo die Nahrung ihrem Maule näher steht, oder, wie die Robben (Fig. 331), Cetaceen u. dergl. (Fig. 327) im Wasser leben, oder wie die Chiropteren (Fig. 332) in der Luft fliegend ihre Nahrung erhaschen und so eines langen Halses entbehren können.

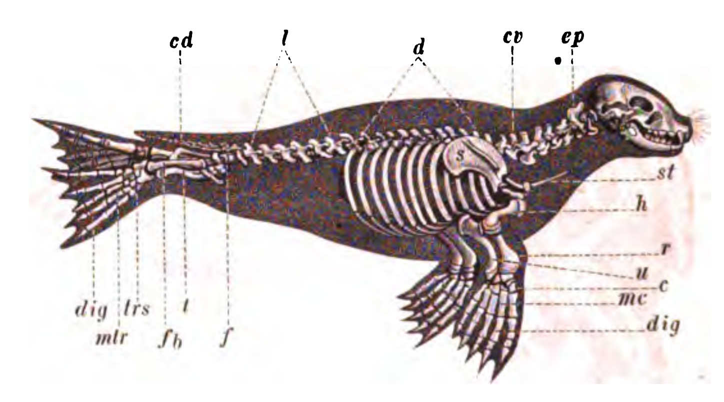



**Fig. 331.** Skelet von Phoca vitulina. *ep* Zweiter Halswirbel. *cv* Siebenter Halswirbel. *d* Dorsalwirbel. *l* Lumbalwirbel. *cd* Cauda. *st* Sternum. *s* Scapula. *h* Humerus. *r* Radius. *u* Ulna. *c* Carpus. *mc* Metacarpus. *dig* Finger (*Digiti*) mit Schwimmhäuten. *t* Tibia. *f* Fibula. *trs* Tarsus. *mtr* Metatarsus. *dig* Zehen (*Digiti*) durch Schwimmhäute verbunden.

Hinsichtlich der Form der Halswirbel mögen nachfolgende Besonderheiten eine Erwähnung hier finden.

Der Atlas zeichnet sich bei den meisten Säugethieren durch sehr starke platte, flügelartige Querfortsätze aus.

Der Processus spinosus des zweiten Halswirbels, der bei den meisten Säugethieren sehr stark entwickelt zu sein pflegt, läuft bei vielen, besonders bei den Carnivoren, in einen kräftigen Knochenkamm aus, der vorwärts, gegen den hinteren Bogen des Atlas, sich schnabelartig verlängert und an letzteren anstösst, — eine Einrichtung, die offenbar darauf berechnet ist, durch Verhinderung der Rückwärtsbeugung die Steifhaltung des Halses bei Kraftbewegungen, die mit dem Kopfe ausgeführt werden sollen, zu unterstützen.

Die Processus spinosi der übrigen Halswirbel zeigen viele Verschiedenheiten in ihrer Form und Ausbildung. Bei manchen, namentlich lang-

halsigen Thieren (Kameel, Giraffe, Pferd u. a.) sind sie, bis auf den des siebenten Halswirbels, ganz verkümmert, kaum als Höcker angedeutet, während bei den meisten anderen Säugethieren die vier bis fünf hinteren Halswirbel kurze, von den Seiten abgeplattete Dornfortsätze tragen, die aber, wie namentlich bei Wiederkäuern (Rind, Schaf, Ziege, Reh, Hirsch etc.), statt rückwärts, nach vorn gegen den Kopf gerichtet sind (Fig. 333).

Der Dornfortsatz des siebenten Halswirbels ist bei einzelnen Thieren (Schwein, Nashorn) ganz besonders lang und überragt sehr die übrigen Halswirbel (*Vertebra prominens*). Die Löcher der Querfortsätze zeigen gleichfalls mancherlei Verschiedenheiten. Bei der Giraffe sind die




**Fig. 332.** Skelet einer Fledermaus (Blattnase, *Phyllostoma hastatum*), nach D'Alton. *cl* Schlüsselbein (*Clavicula*). *h* Os humeri. *r* Radius. *u* Ulna. *c* Carpus. *mtc* Metacarpus. *dig* Finger. *dig'* Daumen, einen Krallennagel tragend. *plv* Becken (*Pelvis*), an der Stelle der Schoosfuge offen. *f* Os femoris. *tb* Tibia. *trs* Tarsus. *mtrs* Metatarsus. *dig''* Zehen. *caud* Schwanz (*Cauda*).

Querfortsätze aller Halswirbel von diesen Löchern durchbrochen, nur ist das des siebenten Halswirbels noch einmal so gross, als die der anderen. Bei den meisten übrigen Wiederkäuern, auch den Carnivoren (besonders Canis, Felis, Lutra, Meles u. a.), den Robben, meisten Pachydermen (Rhinoceros, Schwein) und den Einhufern ist der siebente Halswirbel ohne Loch im Querfortsatz. Beim Lama und dem Kameel liegt das Foramen transversarium des dritten bis sechsten Halswirbels ganz im Wirbelkanal verborgen.

Der Brusttheil der Wirbelsäule ist wegen der Rippen, die er trägt, weniger beweglich, als der Halstheil und der nachfolgende Lendentheil. Die Zahl seiner Wirbel ist keine beständige, bald kleiner, als beim Menschen, bald dieser gleich, bald, wie bei den meisten Säugethieren, grösser als die des Menschen (siehe bei den Rippen).

Auch beim Lendentheil ist die Zahl der Wirbel verschieden, von 1—9 wechselnd. Da er gestattet, das Becken gegen den Thorax zu beugen, so ist er bei schnellläufigen, hüpfenden und sprungweise sich bewegenden Thieren (Carnivora digitigrada, Nager, Halbaffen, Affen, Wiederkäuer, Einhufer [Fig. 328], Beutelthiere u. a.) besonders in die Länge entwickelt, aus fünf bis neun Wirbeln bestehend, während er bei anderen viel kürzer und die Zahl seiner Wirbel kleiner ist. Die in ihren Bewegungen schwerfälligeren Pachydermen, wie der Elephant (Fig. 321), Nashorn u. a., haben

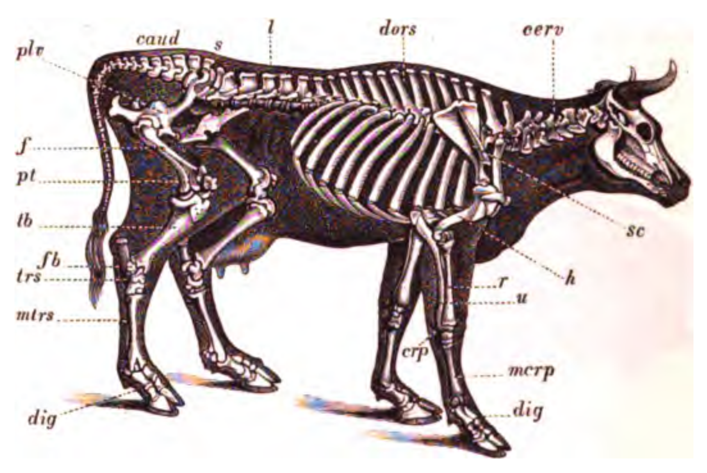



**Fig. 333.** Skelet von der Kuh (*Bos taurus*). Kopf. *cr* Hirntheil oder Schädel (*Cranium*). *fc* Antlitztheil (*Pars facialis*). Rumpf. *cerv* Halstheil der Wirbelsäule (*Pars cervicalis columnae vertebralis*), aus 7 Wirbeln bestehend. *dors* Rücken- oder Brusttheil (*Pars dorsalis s. thoracica*), gewöhnlich von 14 Wirbeln gebildet. *l* Lendentheil (*Pars lumbalis*), in der Regel 5 Wirbel enthaltend. *s* Becken- oder Sacraltheil, aus 5 Wirbel bestehend, wovon die 2 ersten das Becken (d. i. die Darmbeine) tragen. *caud* Schwanztheil der Wirbelsäule. *c* Rippen (*Costae*). *crt* Rippenknorpel (*Cartilagines costales*). Vordere Gliedmassen (*Extremitates anteriores*). *sc* Schulterblatt (*Scapula*). *h* Oberarmbein (*Os humeri*), auch Querbein genannt. *ah* Schultergelenk (*Articulatio humeri*), gewöhnlich Buggelenk genannt. *r* Die Speiche (*Radius*) des Unterarms. *u* Das Ellenbogenbein (*Ulna*) desselben. *ol* Ellenbogenhöcker (*Olecranon*). *am* Handgelenk (*Articulatio manus*), das sog. Vorderknie. *crp* Handwurzel (*Carpus*). *mcrp* Mittelhand (*Metacarpus*), aus 2 verwachsenen Mittelhandknochen bestehend. *dig* Zwei Finger, welche aus drei Gliedern bestehen und von dem gemeinsamen Mittelhandknochen getragen werden. Das erste Glied jedes Fingers heisst Fesselbein, das zweite Kronbein und das dritte Hufbein. Hintere Gliedmassen (*Extremitates posteriores*). *plv* Das Becken (*Pelvis*), der Träger derselben. *f* Oberschenkelbein (*Os femoris*) oder Backenbein. *pt* Kniescheibe (*Patella*). *tb* Grosses Unterschenkelbein (*Tibia*). *fb* Ueberrest des verkümmerten Wadenbeins (*Fibula*). *cal* Ferse oder das sog. Hinterknie. *trs* Fusswurzel (*Tarsus*). *mtrs* Mittelfuss. *dig* Doppelzehe, wie an der Hand sich vorhaltend.

nur drei, und der zweizehige Ameisenfresser (Fig. 334) hat selbst nur einen Lendenwirbel.

Beim Hasen tragen die drei bis vier vorderen Lendenwirbel untere Dornfortsätze, zum Ursprunge der Musculi psoae.

Der Beckentheil trägt den Beckengürtel und sind die Seitenknochen dieses meistens durch Synchondrosen und Bänder mit ihm verbunden. Bisweilen jedoch ist diese Verbindung eine Synostose (Talpa, Faulthier, Ameisenfresser [Fig. 334] u. a.). Er ist, je nach der Länge des Beckens, verschieden lang und wechselt die Zahl seiner Wirbel zwischen 1—8. Da dieser

Abschnitt keine Bewegungen auszuführen hat, verwachsen in der Regel seine Wirbel miteinander und bilden dadurch einen gemeinsamen Knochen, — das sog. Kreuzbein (*Os sacrum*), mit welchem Namen man beim Menschen den, aus fünf verwachsenen Wirbeln hervorgegangenen, das Becken tragenden Knochen der Wirbelsäule bezeichnet, weil er die Skeletgrundlage jener Region des untern Endes der Rückfläche des Rumpfes abgibt, welche man schon im gewöhnlichen Leben das Kreuz zu bezeichnen pflegt.

Bei den meisten Säugethieren mit entwickeltem Schwanze besteht das Kreuzbein nur aus zwei Wirbeln, bei manchen, wie bei geschwänzten Affen auch aus drei. Grösser ist die Zahl (4—5) bei den schwanzlosen Affen, und den kurzschwänzigen Einhufern, Wiederkäuern, Pachydermen u. A. Indess sind nur die beiden vorderen Wirbel die alleinigen Träger der Darmbeine. Nur beim Elephanten verbinden sich sämmtliche fünf Wirbel des Kreuzbeins mit dem Darmbein. Wie beim Menschen, so werden auch bei den Säugethieren die aus Verschmelzung der Querfortsätze hervorgehenden Seitenränder des Kreuzbeins durch Knochenkerne, welche als rudimentäre Rippen vor jenen sich entwickeln — verstärkt, aber nur so weit, als der Seitenrand Träger des Darmbeins ist.

Unter den Theilen des Beckens ist es, wie beim Menschen, auch hier gewöhnlich nur das Darmbein, das direkt mit dem Kreuzbein verbunden ist. — Nur bei einigen Thieren, z. B. dem Wombat, dessen Kreuzbein lang ist und aus 8 Wirbeln gebildet wird, verbindet sich auch noch das Sitzbein mit den beiden letzten Kreuzwirbeln. Aehnliches findet sich auch bei den meisten Chiropteren und mehreren Edentaten (Faulthier, Schuppenthier u. a.).

Der Schwanztheil der Wirbelsäule zeigt in Betreff seiner Ausbildung die grösste Verschiedenheit. Meistens ist er mehr oder weniger in die Länge entwickelt, daher die Zahl seiner Wirbel gross ist und in einzelnen Fällen selbst bis auf 30—40 steigen kann. Die grössere Entwicklung in die Länge findet man namentlich da, wo sehr wesentliche Leistungen

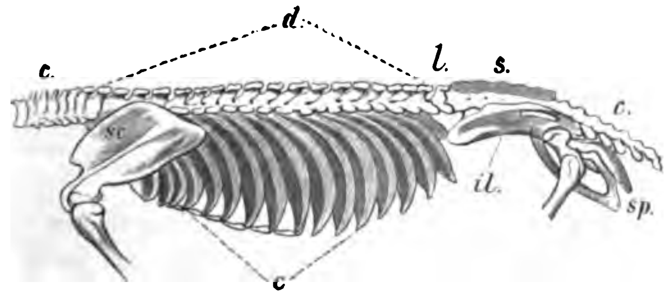



Fig. 334. Rumpfskelet von Myrmecophaga didactyla. *c* Halstheil der Wirbelsäule. *d* Dorsaltheil. *l* Lendentheil. *s* Sacraltheil, mit dem Becken verwachsen. *c* Anfang des Caudaltheils. *il* Darmbein. *sp* Offene Schoosfuge. *sc* Scapula. *c* Rippen, welche von ungewöhnlicher Breite, dachziegelförmig derart übereinander sich legen, dass der hintere Rand jeweils den vorderen der dahinter folgenden Rippe deckt.

von ihm gefordert sind, durch welche er die Gliedmassen unterstützt oder selbst ergänzt. So kann er

1) als Greiforgan dienen (Greif- oder Wickelschwanz), wie dies besonders bei vielen amerikanischen Affen, manchen Beutelthieren (Phalangista u. a.) gefunden wird;
2) kann er bei hüpfenden oder sprungartigen Bewegungen das Fortschnellen des Körpers sehr unterstützen, wie das Känguruh, das Schenkelthier, die Springmaus (*Dipus*) (Fig. 323) Beispiele abgeben;
3) kann er zur Vorwärtsbewegung des Körpers beim Schwimmen mitwirken, wie dies besonders bei den Cetaceen der Fall ist, deren Schwanzende eine auf- und abwärts bewegbare horizontale Flosse trägt, die aber auch als Steuerruder bei der Bewegung in die Tiefe oder aus dieser nach der Oberfläche benutzt werden mag (Fig. 328);
4) als Steuerruder beim Schwimmen kommt er auch noch bei anderen Thieren (Lutra, Canis u. a.), und als solches bei Sprüngen bei Felis, Sciurus u. a. in Anwendung.

Wo derartige, für die Locomotion sehr wesentliche Verrichtungen von ihm nicht gefordert werden, und er höchstens nur noch den Träger eines Haarbüschels, das als Fliegenwedel u. dergl. dienen soll, abgibt, wie beim Pferde (Fig. 329), Rinde u. a., ist seine Entwicklung eine sehr viel geringere und die Zahl seiner Wirbel viel kleiner. Wo aber endlich auch solche Anforderungen an ihn nicht mehr gestellt sind, bleibt er, wie beim Menschen, ganz unentwickelt und besteht höchstens noch aus einigen (3—5) Wirbeln.

Als Eigenthümlichkeit der Schwanzwirbel ist noch anzuführen, dass bei manchen Säugethieren, wie namentlich beim Delphin, der Fischotter, dem Fuchse, Leoparden, Känguruh, Schuppenthier, Biber, mehreren Affen (Cercopithecus, Ateles u. A.), dieselben untere Bogen zur Bildung eines Kanals für die Caudalgefässe und untere Dornfortsätze tragen, und das Schnabelthier letztere ohne untere Bogen besitzt. Von den oberen Wirbelbogen unterscheiden sie sich jedoch darin, dass sie auf zwei Wirbelkörpern zugleich aufsitzen.

#### bb) Brustkasten (Thorax).

Wie beim Menschen, wird er auch bei den Säugethieren von Rippen und Brustbein gebildet, zeigt aber in Beziehung auf seine Form und Grösse, sowie in Betreff der Zahl der Rippen, grosse Verschiedenheiten. Meistens erscheint er von den Seiten (Fig. 317), seltener, wie beim Menschen, von vorn nach hinten zusammengepresst (Fig. 335).

*aa*) **Rippen (Costae).**

Sie zerfallen, denen des menschlichen Thorax ähnlich, auch hier in wahre und falsche, je nachdem sie mit dem Brustbein verbunden sind oder nicht. Auch werden die ersteren in der Regel durch Rippenknorpel, die indess bei vielen eine vorwiegende Neigung zu frühzeitiger Verknöcherung haben, mit dem Brustbein verbunden. Nur bei manchen Säugethieren (Cetaceen, Chiropteren und Monotremen) kommen ähnlich, wie bei den Vögeln, vielen Amphibien, statt dessen Sternalrippen vor, welche sowohl mit dem Brustbein, als auch mit den Vertebralrippen beweglich verbunden sind. Beim Schnabelthier (Fig. 336) haben Vertebral- und Sternalrippen selbst noch einen, den Medianrippen der Saurier entsprechenden Rippenknorpel als Verbindungsstück zwischen sich.

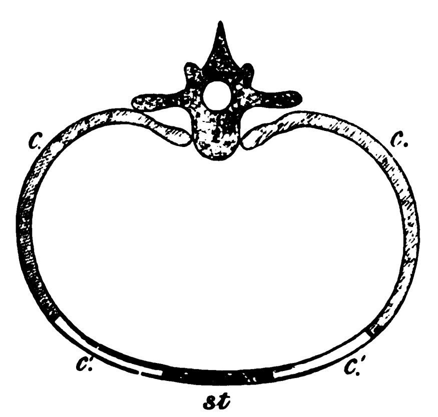



**Fig. 335.** Querschnitt des Thoraxskeletes eines Säugethieres (breite Thoraxform), schematisch. *v* Wirbelsäule. *c* Costae. *c'* Cartilagines costales. *st* Sternum.

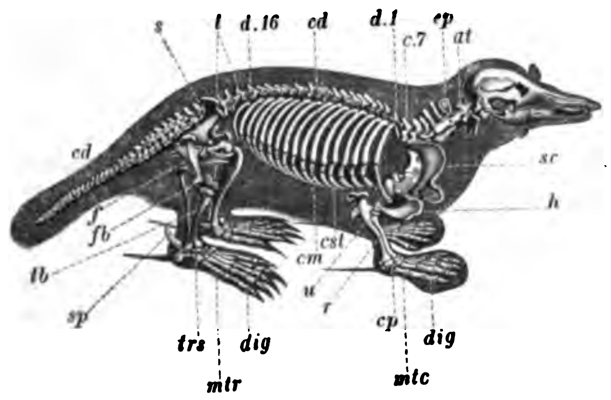



**Fig. 336.** Skelet vom Schnabelthier (*Ornithorhynchus paradoxus*). *at* Erster Halswirbel (*Atlas*). *ep* Zweiter Halswirbel (*Epistropheus*). *c.7* Siebenter Halswirbel. *d.1* Erster Dorsalwirbel. *d.16* Letzter Dorsalwirbel (16). *l* Lendenwirbel (3). *s* Sacralwirbel (2 + 1). *cd* Caudalwirbel (19). *cd* Costae vertebrales (16). *cm* Costae medianae. *cst* Costae sternales. *sc* Scapula. *h* Humerus. *r* Radius. *u* Ulna. *cp* Carpus. *mtc* Metacarpus. *dig* Finger (*Digiti*), durch Schwimmhäute verbunden. *f* Oberschenkel (*Femur*). *tb* Tibia. *fb* Fibula. *sp* Sporn. *trs* Tarsus. *mtr* Metatarsus. *dig* Zehen (ohne Schwimmhäute).

Die Zahl der Rippen ist sehr unbeständig, im Allgemeinen grösser als bei dem Menschen, bei mehreren ist sie der des menschlichen Thorax gleich, und bei einigen ist sie selbst kleiner, als hier.

Am grössten ist die Zahl der Rippen bei den Pachydermen, Einhufern und Faulthieren, bei denen sie auf 18—23 steigt. Zwölf Rippen haben

die meisten Affen und Halbaffen, einige Nager (Sciurus, Pteromys volans, Lepus) und von den Wiederkäuern Lama und Camelus bactrianus. Der Orang-Utang hat zwölf Rippen und vier Lendenwirbel, der Chimpansé besitzt dreizehn Rippen, und der Gorilla (nach einem Exemplare in Wien) besitzt ebenfalls dreizehn Rippen und vier Lendenwirbel, wovon aber der vierte mit dem Kreuzbein verwachsen ist. Hylobates hat selbst vierzehn Rippen und fünf Lendenwirbel (wovon indess der fünfte mit dem Os ilei verbunden ist). Ateles paniscus hat ebenfalls vierzehn Rippen, aber nur vier Lendenwirbel. Nur elf Rippen finden sich beim Gürtelthier, bei Vespertilio murinus und Delphinus leucas.

Hinsichtlich der Form der Rippen ist bemerkenswerth, dass, wenn sie im Allgemeinen auch schmale Bogen darstellen, doch in einzelnen Fällen, wie bei Galeopithecus, sie sich so verbreitern, dass die Intercostalräume sehr verengt erscheinen und bei Myrmecophaga didactyla selbst in solchem Grade verbreitert sind, dass sie sich gegenseitig decken und die Intercostalräume ganz schwinden (Fig. 337).

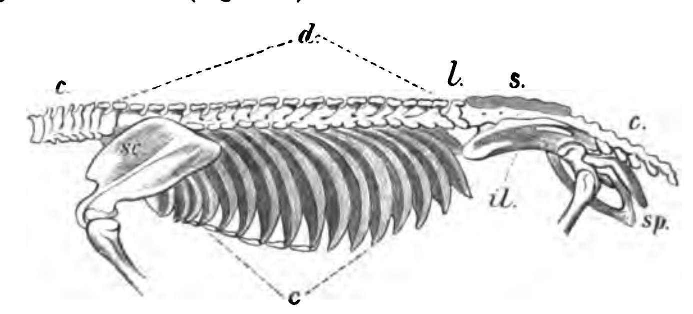



**Fig. 337.** Rumpfskelet von Myrmecophaga didactyla. *c* Halstheil der Wirbelsäule. *d* Dorsaltheil. *l* Lendentheil. *s* Sacraltheil, mit dem Becken verwachsen. *c* Anfang des Caudaltheils. *il* Darmbein. *sp* Offene Schoosfuge. *sc* Scapula. *c* Rippen, welche von ungewöhnlicher Breite, dachziegelförmig derart übereinander sich legen, dass der hintere Rand jeweils den vorderen der dahinter folgenden Rippe deckt.

Erwähnenswerth ist auch noch eine Eigenthümlichkeit der Knorpel der falschen Rippen beim Schnabelthier, welche blattförmig verbreitert und schuppenartig übereinander gelagert sind.

Die wahren Rippen stehen gewöhnlich, wie beim Menschen, den falschen voran. Nur das Faulthier hat auch vordere falsche Rippen, so dass die wahren zwischen den vorderen und hinteren falschen stehen.

Die Zahl der wahren Rippen ist meistens, wie beim Menschen, grösser, als die der falschen. Nur bei denjenigen Thieren, bei denen die Zahl der Rippen überhaupt gross ist, wie namentlich bei den Pachydermen. Einhufern, Monotremen u. a., ist die der falschen grösser.

So kommen beim Pferd (Fig. 329) auf acht wahre Rippen zehn falsche; beim Schnabelthier (Fig. 336) auf sechs wahre zehn falsche; beim

Nashorn kommen auf sieben wahre zwölf falsche und beim Elephant (Fig. 338) auf sieben Costae verae selbst dreizehn spuriae.

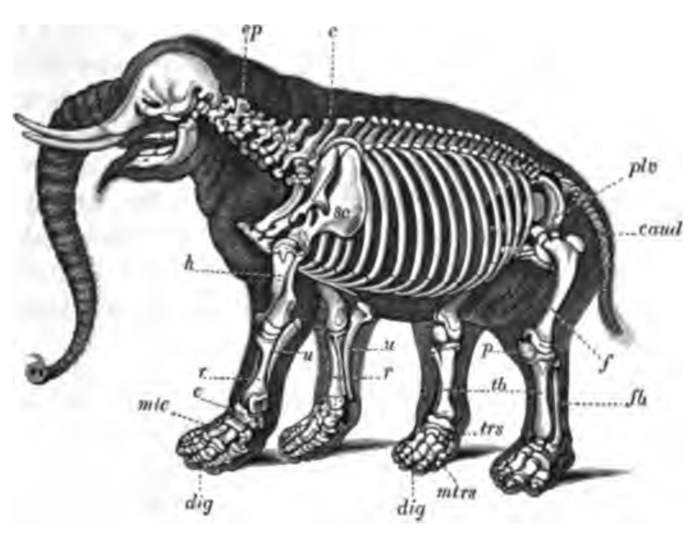



Fig. 338. Skelet vom afrikanischen Elephanten (*Elephas africanus*) (nach Pander u. D'Alton). Kopf. *cr* Hirntheil oder Schädel (*Cranium*). *fc* Antlitztheil (*Pars facial.*). *dt* Stosszähne (im Zwischenkiefer steckend). *prb* Rüssel (*Proboscis*). *mi* Unterkiefer. Rumpf. *at* Erster Halswirbel (*Atlas*). *ep* Zweiter Halswirbel (*Epistropheus*). *c* Siebenter Halswirbel. *d* Dorsaltheil der Wirbelsäule. *l* Lendentheil. *s* Beckentheil (*Pars sacralis*). *caud* Schwanztheil (*Pars caudalis*). *c* Rippen (*Costae*). *crt* Rippenknorpel (*Cartil. costales*). *st* Brustbein (*Sternum*). Gliedmassen (*Extremitates*). Vordere Gliedmassen. *sc* Schulterblatt (*Scapula*). *h* Oberarmbein (*Os humeri*). *r* Speiche des Unterarms (*Radius*). *u* Ellenbogenbein (*Ulna*). *crp* Handwurzel (*Carpus*). *mtc* Mittelhand (*Metacarpus*). *dig* Finger (5 an der Zahl). Hintere Gliedmassen. *plv* Becken (*Pelvis*). *f* Oberschenkelbein (*Os femoris*). *p* Patella. *tb* Tibia. *fb* Fibula. *trs* Fusswurzel (*Tarsus*). *mtrs* Mittelfuss (*Metatarsus*). *dig'* Zehen (*Digiti*), 5 an der Zahl, worunter die innerste Zehe (grosse Zehe) sehr verkürzt ist.

*ββ)* **Brustbein (Sternum).**

Es bildet den ventralen Schluss des Brustgewölbes, indem es eine Anzahl Rippen von beiden Seiten verbindet. Aber auch für den Schultergürtel, dessen Schlüsselbeine an sein vorderes Ende sich befestigen, gibt es eine sehr wesentliche Stütze ab, und indem es, gleich einem schützenden Schilde, die ventrale Seite des Herzens überdeckt, gewährt es diesem auch Schutz.

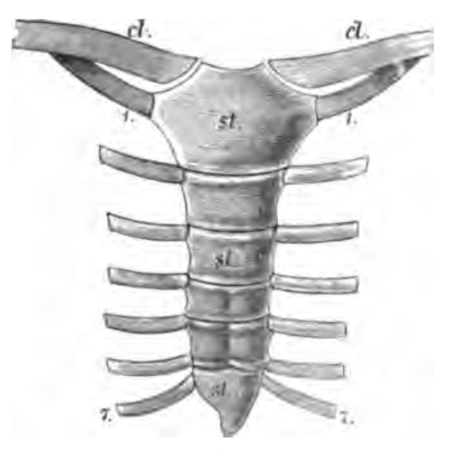



Fig. 339. Brustbein vom Orang-Utang. *cl* Schlüsselbein. *st* Manubrium sterni. *st'* Corpus sterni, aus vier Stück bestehend, welche die Spur der Trennung noch zeigen. *st''* Processus xiphoideus. *1* Knorpel der ersten Rippe. *7* Dessgl. der siebenten Rippe.

Bei Berücksichtigung letzterer Bestimmung lässt es sich dann auch begreifen, warum da, wo der Thorax von der ventralen nach der dorsalen

Seite mehr zusammengedrückt erscheint (Fig. 335), in welchem Falle das Herz mehr unmittelbar über dem Brustbeine seine Lage zu haben pflegt, dasselbe eine mehr platte, breite Gestalt, wie beim Menschen, besitzt (Cetaceen, Orang-Utang [Fig. 339], Chimpansé u. a.) — während bei solchen Thieren, deren Brustkorb mehr von den Seiten comprimirt ist (Fig. 317), wo zwischen Herz und Brustbein noch die Lungen wie ein schützendes elastisches Polster eingeschoben zu sein pflegen, es eine schmale Form hat (meiste übrige Säugethiere [Fig. 338]).

Da, wo das Brustbein Schlüsselbeine zu tragen hat, ist sein vorderes Ende verbreitert (Manubrium [Fig. 339]), während letzteres schmal bleibt bei denjenigen Thieren, welchen die Schlüsselbeine fehlen (Fig. 339 u. 340). Bisweilen nimmt es aber nach hinten an Breite zu, wie beim Schwein, vielen Wiederkäuern, Einhufern (Fig. 340 B) u. a. Bei Thieren ohne Schlüsselbein verlängert sich bisweilen das vordere, das erste Rippenpaar tragende Stück schnabelartig nach vorn (Robben, Nashorn, Schwein, Carnivoren, Einhufer u. a).

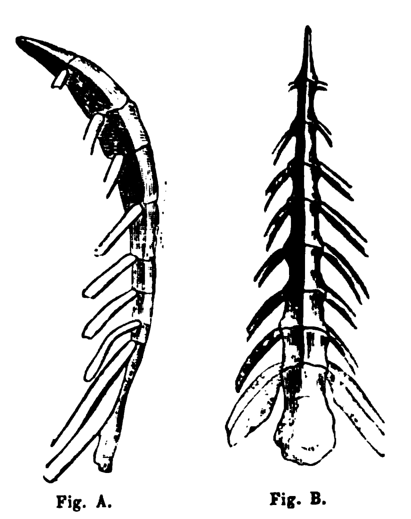



Fig. 340. A. Brustbein (*Sternum*) vom Pferde (*Equus caballus*), von der Seite dargestellt. Der obere Theil von den Seiten comprimirt u. kammartig nach vorn vorspringend, während der untere von vorn nach hinten abgeplattet ist. B. Dasselbe von vorn dargestellt.

Das schmale Brustbein (Fig. 341) ist meistens mehr cylindrisch geformt, nur in einzelnen Fällen, wie z. B. bei Einhufern (Fig. 340), von den Seiten abgeplattet und nach vorn in einen Kamm sich erhebend. Letzteres (*Crista sterni*) bildet sich überhaupt da besonders aus, wo die Brustmuskulatur (wie bei den Chiropteren und Talpa) stärker als gewöhnlich entwickelt ist.

Die Zahl der Stücke, aus denen das Brustbein zusammengesetzt wird, ist bei den Säugethieren ganz allgemein grösser, als beim Menschen; meistens entspricht sie der Zahl der Intercostalräume. Grösstentheils wird es aus fünf bis sieben Stücken gebildet, bisweilen auch aus acht bis neun, bei Lutra vulgaris (Fig. 341) selbst aus elf, ja bei Bradypus (Cholaepus) didactylus soll es nach Stannius sogar aus dreizehn Stücken bestehen.

Das am menschlichen Brustbein als Processus xiphoideus unterschiedene Endstück zeigt hinsichtlich seines Vorkommens und seiner Gestalt eben so grosse Verschiedenheiten als beim Menschen. Bei manchen Thieren fehlt dieser Schwertfortsatz ganz, bei anderen ist er bald nur knorpelig, bald knöchern, bald mehr länglich und schmal, bald mehr in die Breite

gebildet. Besonders lang, anfänglich schmal und deutlich aus zwei Hälften gebildet, dann gegen das Ende aber schaufelförmig sich verbreiternd, ist derselbe beim Schuppenthier.

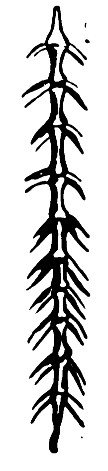


Fig. 341. Brustbein (*Sternum*) von Lutra vulgaris (von vorn dargestellt).

Etwas abweichend erscheint das Brustbein der Monotremen (Schnabelthier, Ameisenigel) gebildet (Fig. 342). Nämlich vor dem aus zwei im Alter oft verschmelzenden Seitenhälften bestehenden platten Manubrium liegt noch ein Tförmiger Knochen (*epst*), auf dessen Seitenarmen die vorderen Schlüsselbeine (*Claviculae ant.*) gelagert sind, welche im Alter selbst damit verwachsen (wenigstens bei Echidna), während weiter hinten das Manubrium (*mst*) die hinteren Schlüsselbeine (*Oss. coracoidea*) trägt. Dieser Tförmige Knochen, welcher die Stütze für den mit doppelten Schlüsselbeinen versehenen Schultergürtel vermehrt, entspricht dem Episternum der Saurier und kann füglich auch hier so bezeichnet werden. Bei den übrigen Säugethieren, die, wenn sie überhaupt Schlüsselbeine besitzen, nur einfache zu haben pflegen, scheint diese Episternalbildung wieder unterzugehen. Doch bei vielen finden sich vor dem Brustbein, zwischen ihm und dem Schlüsselbein Knorpel oder Knochenstücke, die als Ueberreste des Episternums zu betrachten sind, und bisher als Ossa suprasternalia unterschieden wurden. (Siehe weiter unten über die Episternalbildungen).

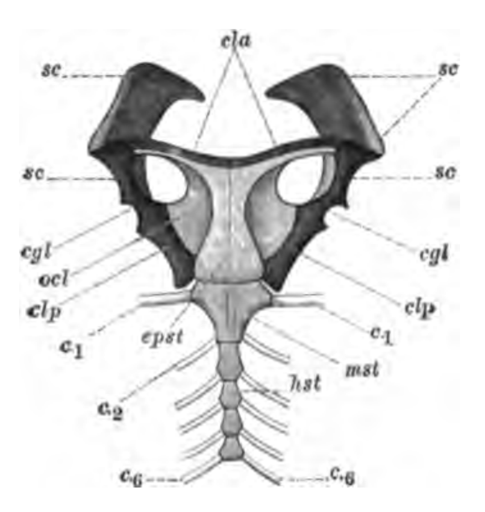



Fig. 342. Brustbein und Schultergürtel vom Schnabelthier (*Ornithorhynchus*). *epst* Episternum. *mst* Mesosternum. *hst* Hyposternum. *c.1* Costa prima, vom Mesosternum getragen. *c.2* Zweite Rippe. *c.6* Sechste Rippe, vom hintern Glied des Hyposternum getragen. Schultergürtel. *sc* Scapula. *cgl* Gelenkpfanne (*Cav. glenoidal.*). *cla* Vorderes Schlüsselbein (*Clavicula anterior*). *clp* Hinteres Schlüsselbein (*Clav. posterior*). *s* Os coracoideum. *ocl* Ausfüllungshaut.

### b) *Rumpfskelet der Vögel.*

Das Skelet der Vögel ist zwar nach dem gleichen Plane angelegt, der dem der Säugethiere zu Grunde liegt. Allein ungeachtet dessen zeigt es in seinen einzelnen Theilen nicht unbedeutende Abänderungen, wie sie theils durch die Verschiedenheit der Verhältnisse, auf welche das Leben dieser Thiere angewiesen und ihre Körperbewegungen berechnet sind, theils durch das in der ganzen Organi-

sation der Vögel sich offenbarende Streben der Natur veranlasst wurden, beim Aufbau des Körpers solche Einrichtungen zu treffen, welche Verminderung des Körpergewichts und dadurch Ersparung von Muskelkraft möglich machen.



Fig. 343. Skelet vom weissen Schwan (*Cygnus olor*).

So ist auch der Rumpf der Vögel dem der Säugethiere ähnlich gebaut und lässt die gleichen Abschnitte, wie dort, nämlich **Wirbelsäule**, **Rippen** und **Brustbein** unterscheiden. Auch wird der von beiden letzteren gebildete Theil, wie bei jenen, **Brustkorb** (*Thorax*) bezeichnet. Allein er zeigt doch manche nicht unbedeutende Abänderungen. So ist die von ihm umschlossene **Rumpfhöhle** nicht mehr durch ein Zwerchfell in zwei Höhlen getrennt, sondern enthält eine für die Rumpf-

Eingeweide gemeinsame. Ferner ist er weiter nach hinten gerückt, um den Schwerpunkt des Körpers den hinteren Gliedmassen mehr zu nähern. Daher der Hals der Vögel ganz allgemein eine grössere Länge (Fig. 343) erhalten musste, als er bei den anderen Wirbelthieren besitzt.

### aa) Wirbelsäule.

Die Zahl ihrer beweglichen Abtheilungen ist geringer, als bei den Säugethieren. Beweglich sind eigentlich nur der Hals- und Schwanztheil; was dazwischen liegt, ist beinahe unbeweglich. Da einestheils der Thorax weiter nach hinten gerückt ist, und anderntheils die Darmbeine des Beckens weiter nach vorn reichen, fällt der Lendentheil der Wirbelsäule bei den Vögeln insoferne ganz aus, als derselbe fast ganz in den beckentragenden Theil aufging, der hier sehr viel länger ist und aus mehr Wirbeln, als bei den Säugethieren, besteht (Fig. 344).

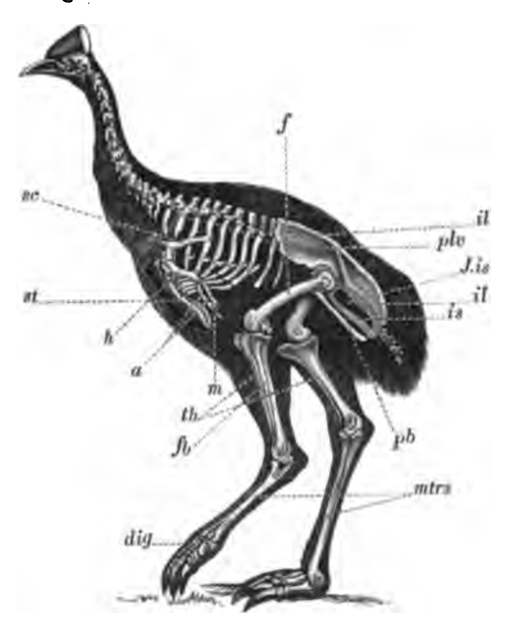



**Fig. 344.** Skelet vom indischen Casuar (*Casuarius galeatus*). Nach E. d'Alton. *cr* Knochenkamm auf der Stirn. *cv* Halstheil der Wirbelsäule. *d* Rückentheil (*Pars dorsalis*) derselben. *caud* Caudaltheil. *c* Sechs wahre Rippen (*Costae verae*). *c'* Drei vordere falsche Rippen. *c''* Zwei hintere falsche Rippen. *st* Brustbein (*Sternum*). *sc* Scapula. *h* Humerus. *a* Antibrachium. *m* Hand (*Manus*). *plv* Becken (*Pelvis*). *il* Darmbein (*Os ileum*). *is* Sitzbein (*Os ischii*). *pb* Os pubis. *J.is* Incisura ischiadica. *f* Os femoris. *tb* Tibia. *fb* Fibula. *t-mtrs* Tarso-metatarsus aus einem Knochen bestehend. *dig* Zehen (3 an der Zahl).

Die Frage, ob die Vögel Lendenwirbel besässen, war schon oft der Gegenstand lebhafter Erörterungen. Manche (Merrem, Cuvier, Blumenbach, Carus) sprachen ihnen solche gänzlich ab, während Andere (Coiter, Vicq-d'Azyr, Tiedemann, Meckel u. A.) ihre Anwesenheit behaupteten. Diese Discussion war indess insoweit eine unfruchtbare, als sie grösstentheils auf Missverständniss beruhte, indem die Einen bei der Behauptung des Mangels der Lendenwirbel den Mangel eines freien Lendenabschnitts der Wirbelsäule im Auge hatten, wie ihn die Säugethiere zwischen Thorax und Becken besitzen, — während die Andern, welche die Anwesenheit der Lendenwirbel vertheidigten, nicht einen freien Lendentheil der Wirbelsäule damit meinten, sondern den vorderen von den Lendenwirbeln stammenden Theil des Kreuzbeins.

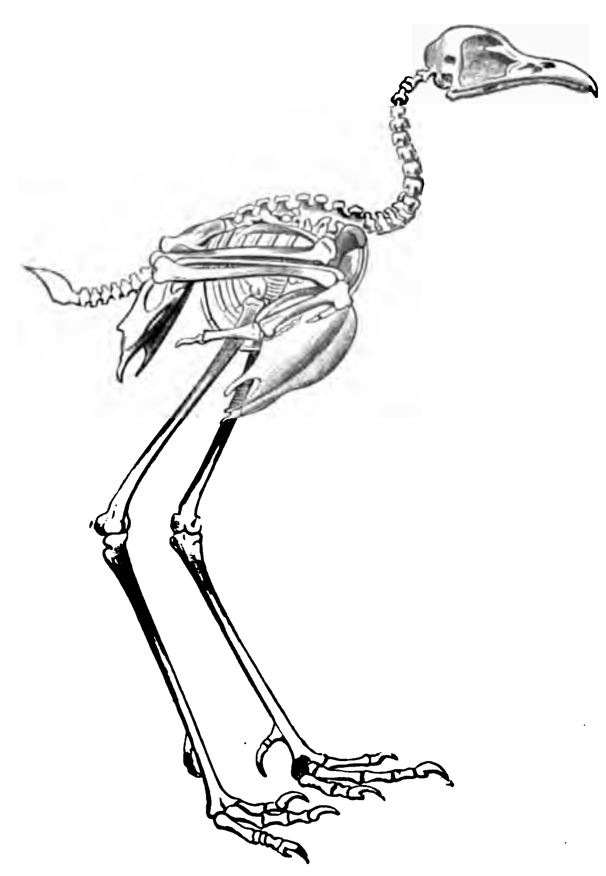


Fig. 345. Skelet vom Cariama (*Dicholophus*).

Der Halstheil zeigt, gegenüber dem der Säugethiere, den wesentlichen Unterschied, dass die Zahl seiner Wirbel, nach der Verschiedenheit der Länge des Halses, eine sehr wechselnde, aber stets grössere ist, als bei den Säugethieren. Die geringste Zahl seiner Wirbel ist elf bis zwölf; die grösste 23—24, welche beim Schwan (Fig. 346) sich findet.

Diese Eigenthümlichkeit hat ihren Grund wohl darin, dass der Thorax 1) an sich kürzer ist, als bei den Säugethieren (denn die höchste Zahl seiner Rippen ist elf), und 2) derselbe, um den Schwerpunkt des Rumpfes mehr den hinteren Gliedmassen zu nähern, weiter nach hinten verlegt wurde. Daraus wird es verständlich, dass, während Cygnus olor, dessen Thorax elf Rippen besitzt, 23 Halswirbel hat, bei C. canorus, der 24 Halswirbel hat, nur zehn Rippen sich vorfinden.

Sonst ist aber auch hier die Länge des Halses von der Höhe der Beine wieder mehr oder weniger abhängig. Je höher diese sind, um so länger ist jener, wie der Strauss, Storch, Reiher u. a. Beispiele dafür abgeben.

Bei Schwimmvögeln, wo die Länge der Beine nicht mehr das Maass für die Halslänge abgeben kann, findet sich ein sehr langer Hals oft auch bei kurzen Beinen (Schwan [Fig. 343]). Umgekehrt kann aber auch ein kurzer Hals bei langen Beinen vorkommen, wenn das Thier unter Verhältnissen seine Nahrung dargeboten bekommt, wo sie seinem Schnabel näher sich befindet als die Fläche, worauf seine Füsse stehen, wie z. B. beim Cariama

(*Dicholophus* [Fig. 345]), einem Vogel, welcher selten fliegt und von Schlangen, Eidechsen und dergl. an trockenen, felsigen Bergwänden lebt. Auch der Stelzengeier oder Secretair, der eine dem vorigen ähnliche Lebensweise führt, gehört hierher. Es erinnern diese sehr an den kurzen Hals des hochbeinigen Elenhirsches, der seine Nahrung unter ganz verwandten Verhältnissen gewinnt.

Der Hals der Vögel beschreibt eine Sförmige Krümmung (Fig. 346), um bei seiner ansehnlichen Länge das Tragen des an sich leichten Kopfes, sowie die Wirkung der Halsmuskeln zu erleichtern.



Fig. 346. Skelet vom weissen Schwan (*Cygnus olor*).

Die Dornfortsätze sind bei den Vögeln wegen der grossen Beweglichkeit des Halses im Allgemeinen nicht sonderlich ausgebildet. An der oberen

Halskrümmung, welche nach hinten convex ist, sind sie noch am bemerkbarsten, während sie an der unteren Halskrümmung, die rückwärts ihre Concavität richtet, kaum angedeutet sind. Wenn nun hierin die Halswirbel der Vögel schon sich von denen der Säugethiere unterscheiden, so weichen sie noch mehr von letzteren dadurch ab, dass sie auch meistens noch vordere Dornfortsätze tragen, entweder um einen Kanal oder eine Rinne zu bilden, worin die beiden oder auch nur eine Carotis emporsteigt.

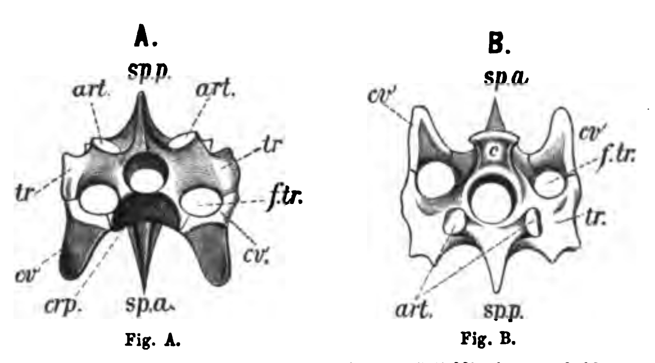



Fig. A. Fig. B.

**Fig. 347. A.** Halswirbel eines grossen Vogels (von oben). *crp* Sattelförmig ausgehöhlte obere Fläche des Wirbelkörpers. *sp.a* Vorderer Dornfortsatz. *sp.p* Hinterer Dornfortsatz. *art* Gelenkfortsätze. *tr* Querfortsätze. *cv* Halbrippen, mit den vorigen verwachsen und das Foramen transversarium (*f.tr*) bildend. **B.** Derselbe von unten. *c* Unterersattelförmiger Gelenkkopf des Wirbelkörpers. Die übrige Bezeichnung ist die gleiche wie A.

Die Querfortsätze tragen, wie bei den Säugethieren, rudimentäre, mit ihnen jedoch verwachsene Rippen (Halsrippen [Fig. 347]) zum Behufe der Bildung des Foramen transversarium für die Arteria vertebralis und den Nervus sympathicus, welches demnach ziemlich allgemein bei den Vögeln sich vorfindet. Mehrere der dem Thorax zunächst liegenden Wirbel tragen z. B. bei dem Casuar (Fig. 344) u. a. beweglich aufsitzende, verkümmerte Rippen, welche aber eigentlich schon Brustrippen sind, die nur das Brustbein, da der Thorax der Vögel weiter nach hinten verlegt ist, nicht erreichen, wodurch sie sehr an den ähnlichen Fall beim Faulthier erinnern.

Die Verbindungsweise der beiden ersten Halswirbel mit dem Kopfe ist bei den Vögeln von der bei den Säugethieren vorkommenden darin verschieden, dass die Drehbewegungen des Kopfes nicht, wie bei letzteren, durch besondere Drehgelenke zwischen Atlas und Epistropheus vermittelt werden, sondern mit den Beuge- und Streckbewegungen des Kopfes in ein gemeinsames Kugelgelenk zwischen Kopf und Atlas gelegt sind. Daher sind auch die, bei den Säugethieren, wie beim Menschen, getrennten Gelenkfortsätze des Kopfes hier zu einem unpaaren kugeligen Gelenkkopf (Fig. 348 *cd*) zusammengetreten und hat der Atlas (Fig. 349 A), der von sehr viel geringerer Grösse, als die anderen Halswirbel ist, wesentliche Abänderung seiner Gestalt erfahren. So besitzt derselbe namentlich an der Stelle

des vorderen Bogens einen, wenn auch noch unvollkommnen Körper, welcher nach oben eine kugelige Gelenkpfanne für den Gelenkkopf des

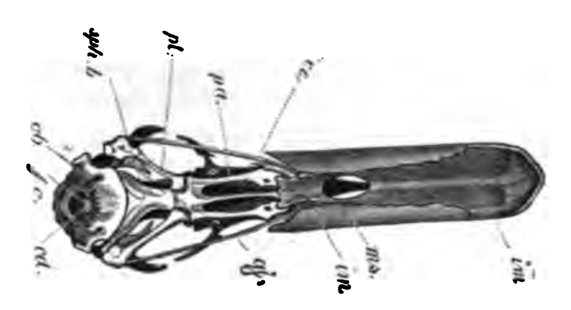


Fig. 348. Schädel von der Gans (*Anas anser*) von unten. *ob* Basilartheil des Hinterhauptbeins. *fo* Foramen occipitale. *cd* Kugeliger Gelenkkopf. *sph.b* Basilartheil des Keilbeins. *pt* Flügelbein (*Os pterygoideum*). *pa* Os palatinum. *vo* Vomer. *qj* Os quadratojugale. *ms* Os maxillare superius. *im* Zwischenkieferbein, dessen hinteres Ende mit dem der anderen Seite sich verbindet, dadurch die sonst bestehende knöcherne Gaumenspalte in die hintenliegenden Choanae und das vornliegende Foramen incisivum trennt.

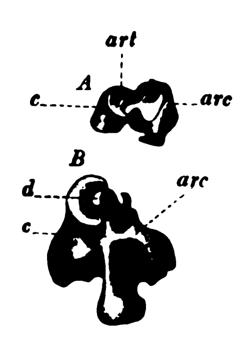



Fig. 349. Die zwei obersten Halswirbel vom Neuholländischen Casuar (*Casuarius novae Holland.*). A. Atlas. *c* Körper desselben. *art* Kugelförmige Gelenkaushöhlung zur Aufnahme des kugeligen Gelenkkopfes des Hinterhauptbeins. Dahinter ein kleiner Ausschnitt, in den der verkümmerte Processus odontoideus des zweiten Halswirbels sich einlegt. *arc* Hinterer Bogen des Atlas. B. Zweiter Halswirbel (*Epistropheus*). *c* Körper desselben. *d* Der verkümmerte Zahnfortsatz. *arc* Bogen (*Arcus*) des Wirbels.

Hinterhauptes, nach unten eine mehr ebene Verbindungsfläche trägt, die mit dem Körper des zweiten Halswirbels sich verbindet. Nur der nach dem Wirbelkanal sehende hintere Theil dieses Körpers ist noch etwas defect, in Folge dessen die kugelige Gelenkpfanne von hintenher einen Einschnitt hat, der aber durch den Processus odontoideus des zweiten Halswirbels so geschlossen wird, dass der Gelenkkopf des Kopfes ebensowohl auf dem Körper des Atlas, als auf dem oberen Ende des Zahnfortsatzes des Epistropheus ruht.

Der zweite Halswirbel (Fig. 349 B) ist weniger abweichend gestaltet, ist vielmehr den anderen Halswirbeln dadurch noch ähnlicher, als bei den Säugethieren, dass er eine obere Verbindungsfläche hat. Doch trägt diese auch noch nach hinten einen, wenn schon kleinen, Zahnfortsatz (Fig. 349 B *d*).

Die Verlegung aller Bewegung des Kopfes in ein gemeinsames Gelenk war bei der geringen Schwere desselben und der sehr viel geringeren Kraft, womit seine Bewegungen ausgeführt zu werden pflegen, wohl hier zulässig, während bei den Säugethieren, die mit meistens mehr belastetem Kopfe oft die bedeutendsten, kraftvollsten Bewegungen ausführen, ein solches gemeinsames Gelenk die nöthige Stärke und Festigkeit nicht gewährt haben würde.

Da die Drehbewegungen des Kopfes nicht mehr durch Drehung des Atlas um den Zahn des zweiten Halswirbels zu Stande kommen, so ist es auch verständlich, dass die beiden ersten Halswirbel in einzelnen Fällen

ganz miteinander verwachsen können, ohne dass dies auf die Kopfbewegungen irgend einen störenden Einfluss übt, wie Buceros, bei welchem diese Verwachsung constant sich findet, ein Beispiel hierfür abgibt.

Die Verbindung der Körper der übrigen Halswirbel ist durch Sattelgelenke vermittelt, welche Bewegungen nach den Seiten und vor- und rückwärts gestatten. Die obere Fläche der Körper stellt eine querstehende sattelförmige Aushöhlung mit vor- und rückwärts gerichteter Sattelwölbung — die untere einen sattelförmigen Gelenkkopf mit von einer nach der anderen Seite gerichteter Sattelwölbung dar (Fig. 350 A und B).

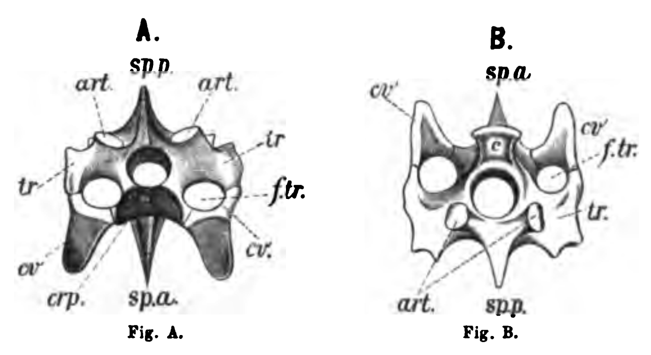



Fig. A. Fig. B.

**Fig. 350. A.** Halswirbel eines grossen Vogels (von oben). *crp* Sattelförmig ausgehöhlte obere Fläche des Wirbelkörpers. *sp.a* Vorderer Dornfortsatz. *sp.p* Hinterer Dornfortsatz. *art* Gelenkfortsätze. *tr* Querfortsätze. *cv* Halbrippen, mit den vorigen verwachsen und das Foramen transversarium (*f.tr*) bildend. **B.** Derselbe von unten. *c* Unterer sattelförmiger Gelenkkopf des Wirbelkörpers. Die übrige Bezeichnung ist die gleiche wie A.

Der brust- oder rippentragende Theil wird von 6—11 Wirbeln gebildet und ist entweder nur sehr wenig beweglich, oder durch theilweise Verwachsung seiner Wirbel ganz starr. Daher auch seine Muskulatur verkümmert ist, und vorzugsweise solche Muskeln trägt, welche zu Nachbartheilen (Hals, Schwanz, Rippen, Gliedmassen) gehen.

Die Körper der vorderen und mittleren Brustwirbel tragen bei den meisten Vögeln sog. vordere Dornfortsätze, die bei manchen an ihrem Ende Tförmig in zwei rechtwinklich abgehende Plättchen sich theilen. Sie bilden einen Knochenkamm, der dem Musculus longus colli zum Ursprunge dient.

Besonders stark entwickelt sind diese vorderen Dornfortsätze bei den Schwimm- und Tauchervögeln. Minder gross und am Ende ungetheilt sind sie bei den Hühnervögeln; noch schwächer und kleiner findet man sie bei den Sumpfvögeln, den Brevipennen, den Raub-, Sing- und Klettervögeln.

Der beckentragende Theil (*Pars pelvina s. lumbosacralis*) besteht aus den, dem Lendentheil der Säugethiere entsprechenden Wirbeln und dem bei diesen als Kreuzbein unterschiedenen Abschnitte der Wirbelsäule. Daher die Zahl seiner Wirbel sehr viel grösser, als bei den Säugethieren

ist, und 9—20 tragen kann (Fig. 351). Die dem Lendentheile der letzteren entsprechenden vorderen Wirbel sind indess eben so sehr unter sich und mit den Seitenknochen des Beckens innig verwachsen, als die das eigentliche Kreuzbein bildenden Wirbel es zu sein pflegen.

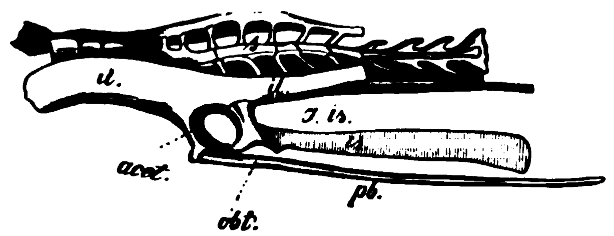



**Fig. 351.** Skelet des Vogelbeckens. *s* Kreuz- oder Beckentheil der Wirbelsäule (*Os sacrum*). *il* Darmbein (*Os ilium*). *is* Sitzbein (*Os ischii*). *pb* Schoosbein (*Os pubis*). *J.is* Incisura ischiadica. *obt* Foramen obturatorium. *acet* Acetabulum.

Kein anderer Abschnitt der Wirbelsäule zeigt bei den Wirbelthieren so grosse Verschiedenheit, als der beckentragende oder das sog. Kreuzbein. Während bei den nackten Amphibien nur ein Wirbel, bei den beschuppten dagegen ganz allgemein zwei es sind, welche die Träger des Beckens abgeben, ist es bei den höheren Wirbelthieren (Vögeln, Säugethieren), sowie beim Menschen meistens eine grössere Zahl, welche zu dieser Dienstleistung in innigere Vereinigung mit einander und mit dem Becken treten. Während beim Menschen das Os sacrum aus 5 und bei den Säugethieren aus 2—8 Wirbeln zusammengesetzt wird, vereinigen sich bei den Vögeln 8—24 Wirbel (Meckel), um den beckentragenden Theil der Wirbelsäule herzustellen.

Diese Verschiedenheiten werden vorzüglich durch die grössere mechanische Leistung bedingt, welche diesem Abschnitt der Wirbelsäule beim Menschen, bei den Säugethieren und namentlich bei den Vögeln zugewiesen wurde. Dass bei Letzteren indess derselbe eine mächtigere Entfaltung erhielt, als bei Säugethieren und dem Menschen, bei welchem doch die Anforderung an die Tragkraft des Beckens gegenüber der auf ihm ruhenden Körperlast, — und an die Widerstandsleistung gegenüber den die Gliedmassen bewegenden Muskeln — eine viel grössere ist, als bei den Vögeln, — hat seinen Grund wohl hauptsächlich darin, dass das Becken der Letzteren durch Verlust seines ventralen Schlusses *(Symphysis oss. pubis)* das Maass von Stärke und Widerstandsleistungsfähigkeit, welches es diesem Schlusse verdankte, dadurch ergänzen musste, dass erstlich die prae- und postsacralen Abschnitte der Wirbelsäule in grösserer Ausdehnung beigezogen und dem Becken dienstbar gemacht wurden, und zweitens alle Glieder dieses so bedeutend vergrösserten Beckenabschnittes der Wirbelsäule nicht allein unter sich, sondern auch mit den beiden Seitenhälften des Beckens näher verschmolzen.

Die Anordnung, wie sie die Verbindung des Beckens mit der Wirbelsäule bei den Amphibien, namentlich bei den beschuppten, darbietet, kann man als die primitive und typische betrachten, von welcher die bei höheren Thieren abzuleiten ist, bei denen durch Anpassung an grössere, geforderte mechanische Leistung sie mehr oder weniger Modificationen erfuhr.

Man kann es als Regel gelten lassen, dass bei nackten Amphibien ein Wirbel, bei den beschuppten dagegen zwei mit ihren Querfortsätzen die Träger des Beckens abgeben, welche man als Becken- oder Sacralwirbel von den übrigen vor und hinter ihnen liegenden Lumbal- und Caudalwirbeln unterscheiden kann. Wo die Anforderung an die mechanische Leistung sich steigert, verwachsen diese beiden Beckenwirbel mit einander und werden ihre Querfortsätze, unter Beihülfe mehr oder weniger entwickelter Rippenrudimente, zu tragkräftigeren Knochentheilen ausgebildet (Krokodil) oder es werden noch Wirbel nachbarlicher Abschnitte der Wirbelsäule, wie die hintersten Lumbal- und vordersten Caudalwirbel zur Theilnahme am Tragen der beiderseitigen Hüftbeine beigezogen. So sind es bei den Cheloniern allgemein drei, bei manchen derselben aber selbst noch mehr Wirbel, von deren Querfortsätzen das Becken getragen wird.

Besteht der Beckentheil der Wirbelsäule aus drei Wirbeln, so pflegt zu den 2 typischen Sacralwirbeln noch der erste Caudalwirbel beigezogen zu sein. Wird aber die Zahl grösser, so können, ausser den vorderen Caudalwirbeln, auch der hintere, oder die beiden hinteren Lumbalwirbel noch an der Verbindung mit dem Becken sich betheiligen.

Bei den Vögeln gelangt der Beckentheil der Wirbelsäule unter allen Wirbelthieren zur grössten Ausbildung. Ausser den beiden typischen Sacralwirbeln sind es, wegen der ansehnlichen Länge der Hüftbeine, nicht allein eine grössere Anzahl Caudalwirbel, die, mit jenen verwachsend, diese mittragen helfen, sondern auch sämmtliche Lumbal- und der letzte oder die zwei letzten rippentragenden Dorsalwirbel sind zu Trägern des Beckens umgewandelt.

Ungeachtet der innigen Verwachsung aller dieser Wirbel, sowohl untereinander, als auch mit dem Hüftbeine, bleiben zwischen denselben doch die beiden ursprünglichen Sacralwirbel mehr oder weniger noch erkennbar. Sie liegen zwischen den beiderseitigen Acetabula; ihre Querfortsätze sind etwas länger und schlanker als die andern, stehen näher beisammen und begrenzen von hinten beiderseits eine, zwischen den Wirbelkörpern und dem Acetabular-Abschnitte des Hüftbeins liegende Grube, die dadurch zu Stande kommt, dass den 3—5 hintersten praesacralen (ursprünglich lumbalen) Wirbeln die unteren Schenkel, die den weiter vorn gelegenen Wirbeln zukommen, mangeln.

Da man bei den Säugethieren und besonders beim Menschen den ganzen Beckenabschnitt der Wirbelsäule, soweit die ihn bildenden Wirbel zu einem Knochen verwachsen sind, Kreuzbein zu nennen pflegt, so wird auch bei den Vögeln der ganze beckentragende Abschnitt gewöhnlich mit diesem Namen belegt, was natürlich bezüglich der Homologie der Beckentheile Missverständnisse und Verwirrung veranlassen musste, da er nur zu einem Theil dem Beckentheil der Säugethiere homolog ist, zum andern dagegen dem Lenden- und hintersten Ende des Dorsaltheils entspricht.

Bei den Säugethieren ist die Abweichung von der Anordnung bei den Amphibien minder weit gehend, als bei den Vögeln, indem das Becken entweder, wie bei den Amphibien, allein von den beiden typischen Sacralwirbeln getragen wird, oder nur wenige Nachbarwirbel (vorderer Caudal- und

hinterster Lumbalwirbel) zu dieser Dienstleistung noch zu Hülfe genommen werden. Wegen der grossen mechanischen Leistung, welche diesem Abschnitt des Rückgrates hier obliegt, sind die ihn bildenden Knochentheile massiger entwickelt und bei den ausgewachsenen Thieren stets zu einem Knochen — dem sog. Kreuzbein — mit einander verwachsen.

Bei den meisten Säugethieren, besonders bei den langschwänzigen, wird der Beckengürtel von zwei, höchstens drei Wirbeln getragen. Wenn 3 Wirbel das Kreuzbein bilden, ist der hinterste den Caudalwirbeln entlehnt. Bei den ungeschwänzten Thieren, namentlich den ungeschwänzten Affen, aber auch bei den kurzschwänzigen Einhufern, Wiederkäuern, Pachydermen u. a. steigt die Zahl der Wirbel des Kreuzbeins auf 4—5, selten höher. Ueberall bilden die zwei typischen Beckenwirbel den vordersten massigsten Theil des Kreuzbeins, während die hinter diesen folgenden, welche den hinteren schmächtigeren Theil des Sacrums bilden, von den vorderen Caudalwirbeln entnommen sind. Nur ausnahmsweise betheiligt sich auch noch der hinterste Lumbalwirbel an der Bildung des Beckens, wie bei einigen Affen *(Ateles, Chimpanse)*, beim Wombat u. A. es beobachtet wird. Bei Letzterem ist die Theilnahme der Caudalwirbel am bedeutendsten, indem 5 derselben an der Verlängerung des Kreuzbeins betheiligt sind.

Die zwei ursprünglichen Beckenwirbel sind stets die eigentlichen Träger der Darmbeine; oft ist es nur der vorderste davon allein (Pferd, Moschus javanicus u. A.) Nur beim Elephanten, dessen Sacrum auch aus 5 Wirbeln gebildet ist, verbindet sich dieses mit der ganzen Länge seines Seitenrandes mit dem Darmbein, obschon die beiden vordersten Wirbel doch dabei die Hauptträger bleiben. Beim Wombat endlich ist die Verbindung des aus acht (nämlich 1 Lumbal-, 2 Sacral- und 5 Caudal-) Wirbeln gebildeten Kreuzbeins auch auf das Sitzbein ausgedehnt.

Wo Verwachsung mit den Hüftbeinen eintritt, wie bei denjenigen Thieren, deren Becken den ventralen Schluss durch die Symphysis oss. pubis verloren haben (Chiropteren, Myrmecophaga, Bradypus, Talpa u. A.), wird die Verbindung der ganzen Länge des Kreuzbeins mit dem Becken zur Regel und dadurch diesem mehr Vogelähnlichkeit verliehen.

(Zu vergleichen sind noch bezüglich des geschilderten Verhaltens des Beckentheils der Wirbelsäule bei Vögeln: Meckel, System der vergl. Anat. B. II, Abth. 2, S. 3; Barkow, Syndesmologie der Vögel, Breslau 1856; Gegenbaur, zur Kenntniss des Beckens der Vögel, — Jenaisch. Zeitschrift B. VI.)

Der Schwanztheil ist der kürzeste Abschnitt der Wirbelsäule und besteht meistens nur aus 5—9 Wirbeln, von denen der letzte meistens durch seine Grösse und pflugscharähnliche platte Gestalt (Fig. 343) sich auszeichnet und da vorzüglich entwickelt zu sein pflegt, wo der Schwanz eine grosse Federlast zu tragen oder sonst Kraftbewegungen (z. B. auf den Schwanz sich stützen, wie bei den Spechten) auszuführen hat.

#### bb) Von den Rippen der Vögel.

Sie zerfallen, wie bei den Säugethieren, in wahre, welche mit dem Brustbein in Verbindung treten, und falsche, die dasselbe nicht erreichen.

Die Zahl der Rippen ist auch verschieden, aber immer kleiner, als bei den Säugethieren, und wechselt zwischen 6—11. Letztere Zahl findet sich beim Schwan (Fig. 343) und Casuar (Fig. 344).

Die vorderste Rippe ist bei den Vögeln immer eine falsche; bisweilen sind es auch die zweite und dritte. Auch die hinterste Rippe ist meistens eine falsche; bisweilen gilt dies auch von den zwei bis drei letzten Rippen (Casuar, Strauss, Rhea). Die hinterste oder auch die zwei letzten Rippen pflegen vom Darmbeine überlagert zu sein.

Statt der Rippenknorpel haben die Vögel Sternalrippen (*Costae sternales s. Ossa sterno-costalia*), welche mit den Vertebralrippen beweglich und in einem vorwärts offenen Winkel verbunden sind (Fig. 352). In gleicher Weise gehen auch die Sternalstücke der wahren Rippen mit dem Brustbein Gelenk-Verbindungen ein. Die Vertebralstücke der fünf bis sechs vorderen Rippen tragen ausserdem noch kurze, platte, rückwärts auf die nächstfolgende Rippe sich legende Fortsätze — die Rippenhaken (*Processus uncinati*) — (Fig. 352 *unc*), welche die Verschiebungen der Rippen bei den Respirations-Bewegungen reguliren. Die Rippen werden nämlich nur vor- und rückwärts bewegt, so dass sich der von den Vertebral- und Sternalstücken gebildete Winkel im ersteren Falle erweitert und das Brustbein gehoben, im anderen hingegen verkleinert und letzteres gesenkt wird. Zahlreich und weit rückwärts laufend sind die Rippen bei den Schwimmvögeln, namentlich den Tauchern (z. B. Uria troile u. a.); daher bei diesen der von beiden Rippenstücken gebildete Winkel weit nach hinten verlegt und sehr spitz ist und die Sternalrippen sehr lang sind.

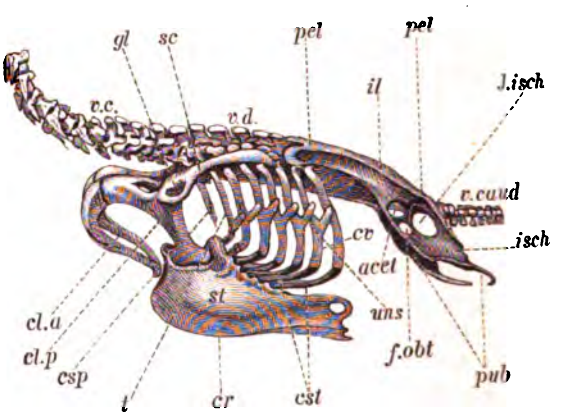



**Fig. 352.** Rumpfskelet vom Falco fulvus. *vc* Halswirbel. *vd* Dorsalwirbel. *pel* Pelvis. *il* Os ilium. *isch* Os ischii. *pub* Os pubis. *acet* Acetabulum. *f.obt* Foram obturat. *J.isch* Incisura ischiadica. *v.caud* Caudalwirbel. *sc* Scapula. *cl.a* Clav. ant. *clp* Clav. posterior. *gl* Gelenkpfanne für den Humerus. *st* Sternum. *cr* Crista sterni. *csp* Costa spuria. *t* die zweite Rippe, eine Costa vera. *cv* Dorsalrippen. *cst* Sternalrippen. *unc* (anstatt *uns*) Processus uncinati.

cc) Brustbein der Vögel.

Es ist ein sehr breiter, platter Knochen und deckt, wie ein Panzer, die Eingeweide des vorderen Theils der Rumpfhöhle (namentlich Herz und Lungen (Fig. 352). In seiner Mitte trägt es einen meistens sehr hohen Knochenkamm (*Crista sterni*), dessen Grösse und Ausbildung mit der Stärke der Brustmuskulatur in geradem Verhältnisse steht. Daher derselbe

kleiner wird, wo diese schwächer ist, und bei den nicht fliegenden Vögeln (Straussen [Fig. 354], Casuaren u. a.) ganz fehlt.

Der hintere Theil des Brustbeins ist oft von einem Paar runder Löcher (*Foramina obturatoria*) durchbrochen, welche durch eine Membran verschlossen werden (Fig. 353 *obt* und Fig. 355 *obt*).

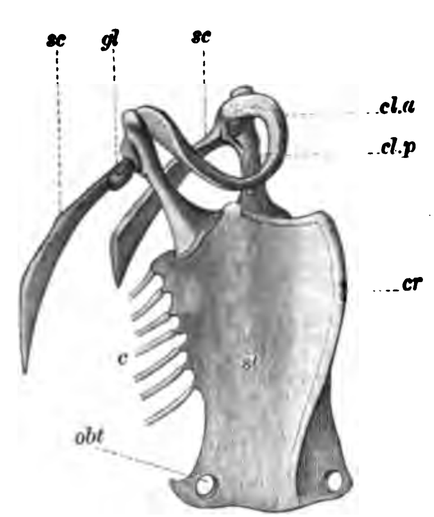



Fig. 353. Brustbein und Schultergürtel von Falco ossifragus. *sc* Scapula. *cl.a* Gabelknochen (*Furcula*). *cl.p* Hinteres Schlüsselbein (*Clav. post. s. Os coracoideum*). *st* Sternum. *cr* Crista sterni. *obt* Foram. obturator. *c* Costae.




Fig. 354. Brustbein und Schultergürtel vom zweizehigen oder afrikanischen Strauss (*Struthio camelus*). *st* Sternum. *c* Insertion der Rippen. *sc* Scapula. *cl.p* Clav. posterior. *cl.a* Clavicula ant. *gl* Gelenkpfanne für den Humerus.

Bei manchen Vögeln, z. B. bei den Enten etc., eröffnen sich diese Löcher nach hinten und bilden dann mehr oder weniger tief in die Brustbeinplatte eindringende, rückwärts offene Einschnitte (Fig. 357 *obt*), die gleichfalls membranös verschlossen sind. Der die letzteren auswärts be-

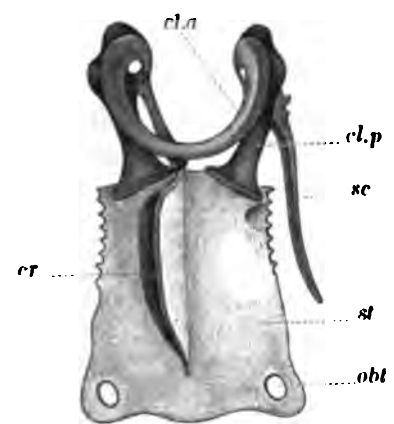



Fig. 355. Brustbein und Schultergürtel vom Steinadler (*Falco fulvus*). *sc* Scapula. *cl.a* Clavicula anterior s. Furcula. *cl.p* Clavic. poster. *st* Sternum. *cr* Crista sterni. *obt* Foram. obturatorium.

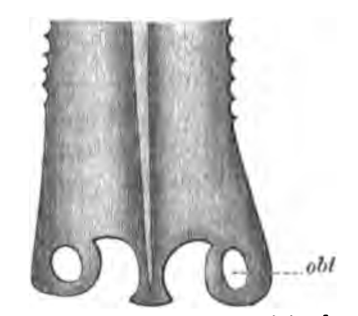



Fig. 356. Unteres Ende des Brustbeins der blaurückigen Möve (*Larus argentatus*). *obt* Foramen obturatorium.

grenzende Theil der Brustplatte stellt nach Maassgabe der Tiefe und Breite des Einschnittes einen mehr oder weniger langen und schmalen Fortsatz (Processus abdominalis) dar (Fig. 357 a).

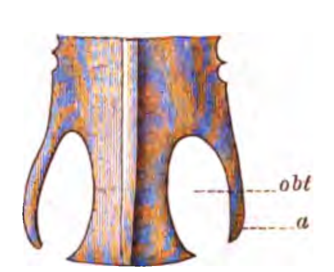



**Fig. 357.** Unteres Ende des Brustbeins der wilden Ente (*Anas boschas*). *obt* Foramen obturat. nach hinten geöffnet. *a* Process. abdominalis.

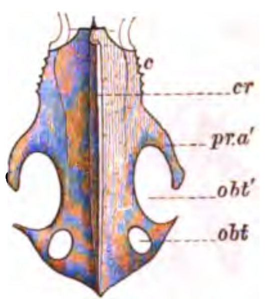



**Fig. 358.** Brustbein von der Feldtaube (*Columba livia*). *obt* Foramen obturat. *obt'* Incisura obturat. accessor. *pr.a'* Process. abdominalis accessor. *cr* Crista sterni.

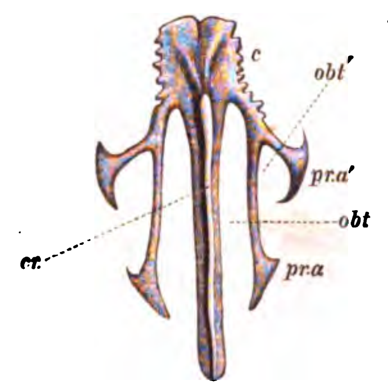



**Fig. 359.** Brustbein vom Pfau (*Pavo cristatus*). *cr* Crista sterni. *c* Ansatzstelle der Rippen. *obt* Incisura obturatoria. *pr.a* Processus abdominalis. *pra'* Processus accessorius.

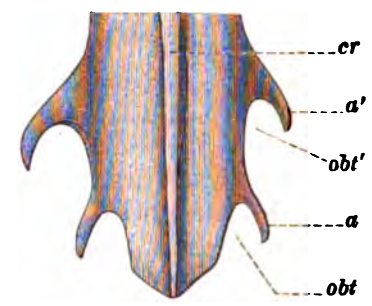



**Fig. 360.** Unteres Ende des Brustbeins der Haustaube (*Columba domestica*). *obt* Incisura obturatoria. *a* Processus abdominalis. *obt'* Incisura obturator. accessoria. *a'* Process. abdom. accessorius. *cr* Crista sterni.

Die Tauben (Fig. 358) haben am hinteren Theil ihres Brustbeines ausser den vorher erwähnten Foramina obturatoria noch jederseits einen rückwärts offenen Einschnitt. Auch die eigentlichen Hühnervögel (Fig. 359) haben diesen zweiten Einschnitt, nur ist er sehr viel tiefer, als bei den Tauben und durch einen platten seitlichen Fortsatz (Processus abdominalis accessorius *pra'*) veranlasst, welcher vom Seitenrande des Sternum ausgehend über die hinteren Sternalrippen sich weglagert. Da bei den Hühnervögeln auch die Foramina obturatoria in nach hinten offene Einschnitte sich umgewandelt haben, was auch bei den Haustauben schon vorkommt (Fig. 360), so ist das Brustbein derselben hinten mit zwei Paar tieferen Einschnitten versehen. Auch bei Haematopus, Strix aluco u. A. zeigt das Brustbein jederseits doppelte Einschnitte.

### c) *Rumpfskelet der Amphibien.*

Wenn der dem Wirbelthierskelete überhaupt zu Grunde liegende Bauplan bei den Amphibien im Allgemeinen sich auch wiederholt, so ergeben sich in Betreff der Gestaltung desselben bei den einzelnen Ordnungen doch mannigfache Verschiedenheiten und Eigenthümlichkeiten. Die auffallendsten und scheinbar abweichendsten Einrichtungen zeigt indess das Rumpfskelet der Chelonier. Daher wir dessen Betrachtung der des Rumpfes der übrigen Amphibien hier voranstellen wollen.

#### aa) Rumpfskelet der Chelonier.

Dasselbe stellt ein nur vorn und hinten offenes, sonst geschlossenes, starres Knochengehäuse dar, dessen Höhle nicht allein die Rumpfeingeweide birgt, sondern auch einen Theil der Wirbelsäule, sowie den Schulter- und Beckengürtel einschliesst (Fig. 361). Bei nur oberflächlicher Betrachtung

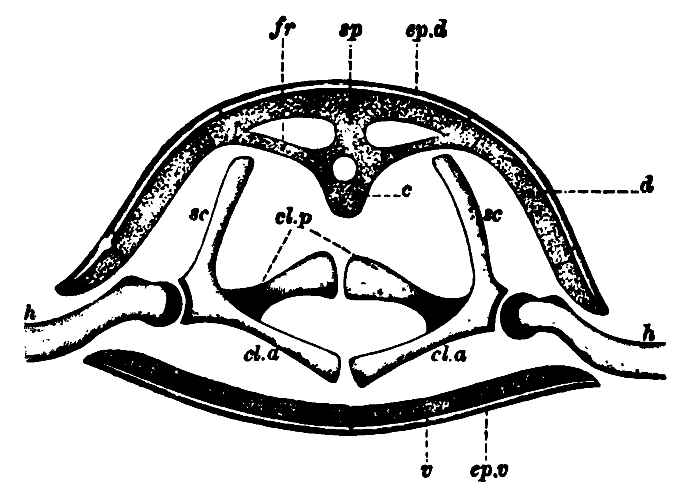



Fig. 361. Inneres und Hautskelet einer Schildkröte (*Testudo*), halbschematisch im Querdurchschnitt dargestellt. *d* Rückenschild. *ep.d* Hornplatten. *v* Bauchschild, Hornplatten desselben. *c* Wirbelsäule im Querdurchschnitte. *sp* Process. spinosus. *tr* (statt *fr*) Process. transversus. Jener ist mit den mittleren Bauchplatten, dieser mit den seitlichen Bauchplatten des Hautskelets verwachsen. (Die Trennung der mittleren Platte von der seitlichen ist im Holzschnitt irrthümlich nach aussen von der Vereinigung der Querfortsätze mit dem Hautskelet angelegt; sie sollte einwärts von dieser Vereinigungsstelle sich befinden, da die Querfortsätze mit den seitlichen Bauchplatten des Rückschildes und nicht mit den mittleren sich verbinden.) *sc* Schulterblatt (*Scapula*). *cla* Vorderes Schlüsselbein. *clp* Hinteres Schlüsselbein. *h* Oberarmbein (*Os humeri*).

erscheint dieses Rumpfgerüst als eine durchaus von dem allgemeinen Skeletplan abweichende Bildung. Näher geprüft ergibt sich indess nur das Abweichende, dass das typische Rumpfskelet mit einem sehr entwickelten Hautskelet sich verbindet und beide theilweise innig mit einander verwachsen sind.

Die Bildung von Ossificationen in den äusseren Bedeckungen und die Verbindung solcher Hautknochen mit dem inneren Skelet ist viel verbreiteter, als auf den ersten Blick es den Schein hat. Manche Knochen, welche als integrirende Bestandtheile des inneren Skelets angesehen zu werden pflegen, sind von verknöchernden Theilen der äusseren Haut entlehnt. Bei niederen

Wirbelthieren und frühen Enwicklungsstadien lässt sich der Ursprung derartiger Skelettheile oft noch leicht feststellen, während bei höheren Wirbelthieren und in späteren Bildungsstadien solche Knochenbildungen typisch werden und kaum noch ihre Herkunft verrathen.

Das Hautskelet (Fig. 361 *d ep.d v ep.v*) bildet ein vorn und hinten mit je einer weiten Lücke versehenes, seitlich aber geschlossenes Gehäuse, das man sich aus zwei, mit der Aushöhlung gegen einander gekehrten Schalen zusammengesetzt vorstellen kann, nämlich einer flacheren an der Bauchseite — Bauchschild (*v*) — und einer gewölbteren an der Rückenseite — Rückenschild (*d*), welche seitlich mit einander verwachsen sind, vorn und hinten aber getrennt bleiben, um Raum zu lassen für die aus der Höhle des Gehäuses hervor sich streckenden Körpertheile, wie Kopf, Hals, Schwanz und Gliedmassen.

Das ganze Gehäuse geht aus einer Verknöcherung der äussern Haut hervor und besteht aus Knochenplatten, welche durch Nähte mit einander verbunden und aussen von ähnlich grossen, meistens sechseckigen Hornplatten (Epidermis) bedeckt sind (*ep.d ep.v*).

Der Rückenschild besteht aus drei Reihen solcher Knochenplatten, einer mittleren und zwei seitlichen, und endlich noch einer ringförmig die vorhergehenden umfassenden, den Schildrand bildenden Reihe — Randplatten —, während der Bauchschild (von Manchen, obgleich mit Unrecht, Brustbein genannt) aus paarigen Reihen solcher Knochenplatten gebildet wird.

Das innere Skelet des Rumpfes der Chelonier besteht, wenn wir von den Gliedmassengürteln absehen, nur aus der Wirbelsäule, da Rippen denselben fehlen.

Die Wirbelsäule kommt mit derjenigen der Vögel darin überein, dass sie auch in zwei bewegliche Endabschnitte — Hals- und Schwanztheil — und in einen starren unbeweglichen, über der Rumpfeingeweidehöhle liegenden mittleren Theil — Rumpftheil — zerfällt. Letzterer verwächst theilweise mit dem aussen aufsitzenden Hautskelet; so die Dornfortsätze (*sp*) mit den Platten der mittleren Reihe des Rückenschildes, die sehr in die Länge entwickelten rippenähnlichen (daher auch oft für Rippen gehaltenen) Querfortsätze (*fr*) mit den Platten der seitlichen Reihen. Oft werden sie von letztern so vollständig umwachsen, dass sie ihre Selbständigkeit verlieren und schwinden. An diesen starren, rippenlosen, mittleren Abschnitt der Wirbelsäule sind, ganz in Uebereinstimmung mit der Anordnung bei andern rippenlosen Wirbelthieren, die Gliedmassenträger — der Schulter- und Beckengürtel — geheftet.

Der gewöhnliche Halstheil pflegt aus acht Wirbeln zu bestehen, deren Körper durch Kugelgelenke mit einander verbunden sind, wobei die Eigen-

thümlichkeit sich zeigt, dass der Gelenkkopf und die Gelenkpfanne ihre Lage wechseln, bald vorn, bald hinten stehen, so dass einzelne Wirbelkörper vorkommen, welche vorn und hinten Gelenkpfannen, aber keinen Gelenkkopf, oder zwei Gelenkköpfe und keine Gelenkpfanne tragen, also anstatt eine convex-concave Form zu haben, biconcav oder biconvex sind.

### bb) Rumpfskelet der übrigen Amphibien.

#### *aa*) Wirbelsäule der Krokodile und Saurier.

Das an der Wirbelsäule befestigte Thoraxgewölbe ist nicht mehr, wie bei den Vögeln, mit seinem Schwerpunkt nach hinten, in die Nähe des Beckens verlegt, sondern nimmt wieder seine Lage weiter vorwärts ein, wie bei den Säugethieren, zwischen sich und dem Becken einen rippenfreien Raum lassend. Daher sind nun wieder an der Wirbelsäule, wie bei jenen, fünf Abschnitte unterscheidbar, nämlich ein Hals-, Brust-, Lenden-, Becken- und Schwanztheil (Fig. 362).

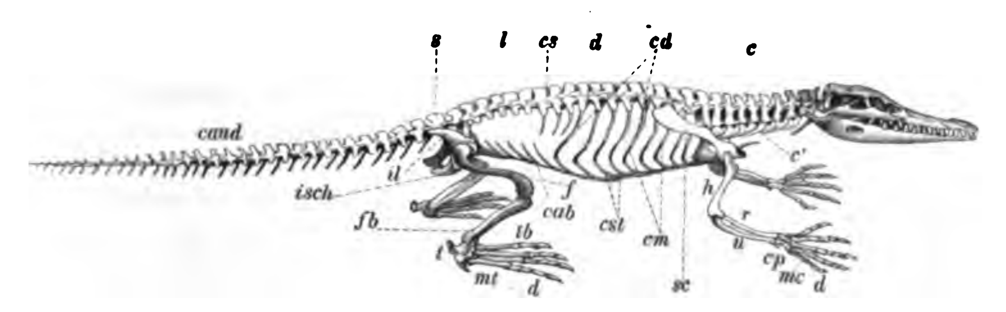



**Fig. 362.** Skelet vom Krokodil. *c* (8) Halswirbel. *d* Dorsalwirbel. *l* (5) Lendenwirbel. *s* (3) Sacralwirbel. *caud* Caudalwirbel. *c'* Halsrippen. *cd* Dorsalrippen. *cst* Sternalrippen. *cm* Costae mediae. *cab* Bauchrippen (*Costae abdom.*). *sc* Scapula. *h* Humerus. *r* Radius. *u* Ulna. *cp* Carpus. *mc* Metacarpus. *d* Digiti. *il* Os ilei. *isch* Os ischii. *f* Femur. *tb* Tibia. *fb* Fibula. *t* Tarsus. *mt* Metatarsus. *d* Digiti.

Der Halstheil besteht daher nie aus soviel Wirbeln, wie bei den Vögeln. Ihre Zahl wechselt nur zwischen 1—8. Ueberhaupt ist die Länge des Halses eine im Ganzen geringe, was von der geringen Höhe der Vorderbeine herrührt. Bei manchen Sauriern ist der Hals so kurz, dass er äusserlich kaum unterscheidbar ist; dann enthält er auch nur einige (1—3) Wirbel (Fig. 363). Bei den Krokodilen zeichnen sich die Halswirbel durch sehr entwickelte, zweiwurzelige, das Foramen transversarium umschliessende, Halsrippen aus, welche mit nach vorn und hinten gerichteten Fortsätzen dachziegelförmig sich über einander legen und dadurch die Seitenbewegung des Halses sehr einschränken. Beim Teju u. a. Sauriern tragen die Körper der Halswirbel auch untere Dornfortsätze.

Der Brusttheil richtet sich in Länge und Zahl seiner Wirbel nach der Zahl der zu tragenden Rippen. Der Lendentheil zeigt eine ver-

schiedene Länge und Zahl der Wirbel. Beim Krokodil u. a. besteht er aus fünf Wirbeln. Sonst ist er im Allgemeinen kürzer und besteht bisweilen nur aus 1—3 Wirbeln (Fig. 363). Bemerkenswerth ist die oft bedeutende, rippenähnliche Länge seiner Querfortsätze.

Der Beckentheil wird in der Regel nur von zwei (wie bei den Sauriern) oder drei Wirbeln (Krokodil u. Chelonier) gebildet, deren stärker entwickelte Querfortsätze das Becken tragen.

Der Schwanztheil ist meistens sehr lang und wirbelreich. Seine Wirbel besitzen, wie bei den Caudalwirbeln der Säugethiere zur Umschliessung der Caudalgefässe, untere Wirbelbogen mit unteren Dornfortsätzen.

Was nun noch die Gestalt der Wirbel anbelangt, so kann das hervorgehoben werden, dass, während die Körper der fossilen Ichthyosauren noch fischähnliche Formen haben, auch die Schwanzwirbel einiger Eidexen noch plane oder vertiefte Körper besitzen, — bei den meisten übrigen Sauriern und Krokodilen die Wirbelkörper durch Kugelgelenke, mit hinterem Gelenkkopfe und vorderer Gelenkpfanne, verbunden sind.

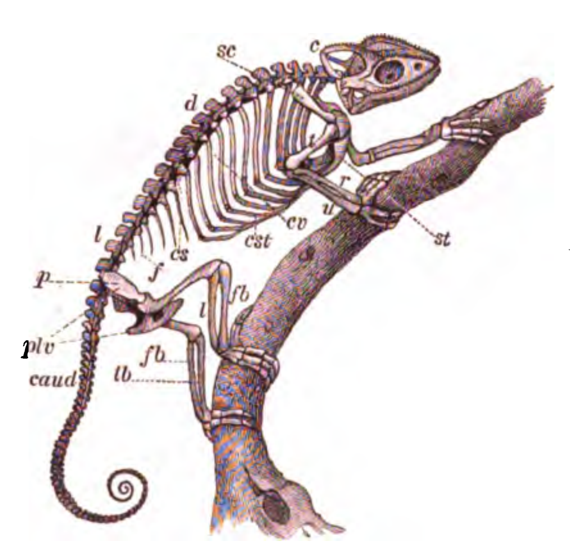



Fig. 363. Skelet vom Chamaeleon. *c*(2) Halstheil der Wirbelsäule. *d* Dorsaltheil. *l*(2) Lendentheil. *p* Beckentheilsäule. *caud* Caudaltheile. *cv* Costae verae. *cs* Costae spurial. *cst* Costae sternales. *st* Sternum. *sc* Scapula. *h* Humerus (ist fälschlich mit *t* bezeichnet). *r* Radius. *u* Ulna. *f* Femur (die punktirte Linie zeigt fälschlich auf die falschen Rippen *cs*). *fb* Fibula. *tb* (*b*) Tibia.

Bezüglich der Beweglichkeit und Bewegungsweise ergeben sich viele Verschiedenheiten. Doch ist die erstere, selbst an den beweglicheren Abtheilungen, meistens geringer, als bei den Säugethieren, weil Krokodile, wie Saurier, ihren Leib auf niedrigeren Beinen tragen und sonach der Krümmungen der Wirbelsäule nicht in solchem Grade bedürfen, als wie die hochbeinigeren Säugethiere.

#### ββ) Wirbelsäule der Schlangen und schlangenähnlichen Saurier.

Hier zerfällt sie nur in drei Abschnitte, die nicht durch verschiedene Beweglichkeit (denn sie sind hier alle gleich beweglich), sondern dadurch sich von einander unterscheiden, dass sie entweder rippenlos oder rippen-

tragend sind. Rippenlos ist nur der erste oder Halstheil und der Endabschnitt oder Schwanztheil. Was zwischen diesen beiden liegt, ist rippentragend und bildet den bei weitem längsten Abschnitt der Säule und vertritt den Dorsal-, Lenden- und Sacraltheil der Krokodile und Saurier. Die Zahl der Wirbel ist bei diesen Thieren, deren Körpergestalt so sehr in die Länge entwickelt ist, eine meistens sehr grosse. Wenn schon bei langschwänzigen Eidexen die Zahl der Glieder der Wirbelsäule sehr gross ist, so erreicht sie doch bei diesen Thieren eine ganz ausserordentliche Höhe, indem sie auf 300 (Boa) bis 400 (Python) sich steigern kann.

Die Zahl der rippentragenden Wirbel der Ophidier beträgt meistens über 100, in einzelnen Fällen bis zu 300, die der rippenlosen oder Schwanzwirbel gegen 50—100. Bei den schlangenähnlichen Sauriern (Anguis, Pseudopus, Ophysaurus) ist die Zahl der rippentragenden Wirbel ebenfalls sehr gross (30—60), die der Schwanzwirbel dagegen grösser (gegen 100 und selbst mehr).

Die Wirbelkörper greifen, wie bei den Sauriern, durch Kugelgelenke, mit hinterem Gelenkkopfe und vorderer Gelenkpfanne in einander beweglich ein. Allein die Stellung und Verbindung der Gelenkfortsätze ist so getroffen, dass ungeachtet dieser Kugelgelenke nur Seitenbewegungen, nicht aber Dorsal- und Ventralbeugung gestattet sind. Die Flächen der Gelenkfortsätze stehen nämlich:

1) in der Horizontalebene, wodurch sie nur Verschiebungen gestatten, welche in dieser erfolgen;
2) werden die vier Gelenkflächen der hintern Gelenkfortsätze von einem querfortsatzähnlichen Knochenvorsprung getragen, der zapfenartig zwischen die vier vorderen Gelenkflächen eines Einschnittes eingreift, welcher am vorderen Theil des nachfolgenden hinteren Wirbels sich befindet.

#### γγ) Wirbelsäule der nackten Amphibien.

Während bei den beschuppten Amphibien (Reptilien), besonders bei den Sauriern und Ophidiern in einzelnen Fällen die Zahl der Wirbel einige Hunderte betragen konnte, sinkt dieselbe hier, namentlich bei den Batrachiern, in Folge deren kurzer gedrungener Körpergestalt, auf eine sehr kleine Zahl, auf 8—10, herab. So besteht bei Rana und Bufo die Wirbelsäule aus dem Atlas, aus sieben rippenlosen Rumpfwirbeln, aus einem Beckenwirbel und einem langen stabförmigen Steisswirbel. Bei Pipa sind es nur acht Wirbel, da der Atlas mit dem zweiten Wirbel und der Beckenwirbel mit dem Steissbein verwachsen ist (Fig. 364).

Bei den geschwänzten Batrachiern und Perennibranchiaten ist die Zahl der Wirbel wieder viel grösser und schliesst sich die Wirbelsäule

überhaupt in ihrem allgemeinen Verhalten wieder mehr an die beschuppten Amphibien, besonders an die Saurier, an. Was die Form der Wirbelkörper anbelangt, so ist sie bei den Perennibranchiaten und Batrachierlarven noch mehr fischähnlich. Bei den ausgebildeten Batrachiern dagegen sind die Chordareste gänzlich geschwunden und haben die ungeschwänzten Batrachier vorn concave und hinten convexe —, die geschwänzten dagegen umgekehrt gestaltete Wirbelkörper.

#### δδ) Von den Rippen und dem Brustbein der Amphibien.

Weder Rippen noch Brustbein sind allgemeines Eigenthum der Amphibien. Ja beide sind, wo sie vorkommen, nicht einmal immer zusammen vorhanden. Denn 1) gibt es Amphibien, denen beide fehlen, wie die Chelonier Beispiele dafür liefern. 2) Gibt es solche, welche, wie die Schlangen und schlangenähnlichen Saurier, wohl sehr viele Rippen, aber kein Brustbein haben, das diese, wenn auch nur theilweise, mit einander verbände. 3) Gibt es Amphibien, welche ein Brustbein besitzen, aber keine Rippen, wie dies bei den Batrachiern der Fall ist, wo das Brustbein nur Stütze und Träger des Schultergürtels ist; und 4) endlich gibt es solche Amphibien (Krokodile und Saurier), welche Rippen und Brustbein zusammen besitzen.

**Fig. 364.** Kopf- und Rumpfskelet von Pipa verrucosa. *ol* Occipitalia lateralia. *p* Scheitelbeine verwachsen. *n* Nasenbeine. *1* Erster Wirbel, aus der Verwachsung von Atlas und dem 2. Halswirbel hervorgegangen. *2* u. *3* Wirbel, deren lange Querfortsätze Rippenrudimente (*c*) tragen. *s* Beckentragender Wirbel. *s'* Steisswirbel, einen langen Stab darstellend und mit dem vorhergehenden verwachsen.

##### aa) Rippen und Brustbein der Krokodile und Saurier.

Da, wie bei Säugethieren und Vögeln, nicht alle Rippen mit dem Brustbein in Verbindung treten, so gibt es auch hier, wie dort, **wahre** und **falsche** Rippen *(Costae verae et spuriae).* Die Letzteren sind, wie bei den Vögeln, theils **vordere**, theils **hintere**, welche die wahren zwischen sich haben. Die **Zahl** der wahren und falschen Rippen ist sehr wechselnd; oft überwiegt die Zahl der falschen sehr diejenige der wahren Rippen (Platydactylus, Ameiva, Podinema u. a.). Die vorderen falschen Rippen sind bei vielen Sauriern von den gleichfalls sehr entwickelten Halsrippen schwer zu unterscheiden. Daher auch hier, ähnlich wie bei den Straussen und Casuaren, die Grenze zwischen Hals- und Brusttheil der Wirbelsäule nicht immer leicht festzustellen ist.

Beim Drachen *(Draco viridis)* (Fig. 365) zeigen die falschen Rippen bemerkenswerthe Eigenthümlichkeiten, indem sie von grösserer Länge, als die wahren sind, quer nach aussen stehen und anstatt den Thorax mit bilden zu helfen, die Träger einer, als Fallschirm dienenden, seitlichen Falte der äusseren Haut abgeben, welche beiderseits des Bauches zwischen vorderen und hinteren Gliedmassen, ohne mit ersteren verbunden zu sein, flügelartig ausgespannt ist. Den Thorax bilden nur 6 Rippen, die durchaus wahre sind und durch ein rautenförmiges, vorn spitz auslaufendes Brustbein mit einander in Verbindung stehen. Die Zahl der falschen ist 8, von denen indess nur die 5 vordersten durch grössere Länge sich auszeichnen.

Die wahren Rippen zerfallen gewöhnlich auch in ein Vertebral- und Sternalstück — Vertebral- und Sternalrippen (Fig. 363 *cv cst*); welche oft noch durch einen kurzen Rippenknorpel mit einander verbunden werden. Bei Krokodilen und manchen Sauriern verknöchert dieser, wodurch sodann die Rippe in drei Stücke, in ein Vertebral-, Sternal- und Medianstück (Medianrippe) zerfällt. (Fig. 362 *cm*.) Beim Krokodil sind die vorderen Vertebralrippen zweiwurzelig — mit einer Wurzel auf den Wirbelkörper, mit der andern auf den Querfortsatz sich stützend — während die hinteren Rippen nur an dem Querfortsatz der Wirbel befestigt sind. Die erste Rippe beim Krokodil erreicht das Brustbein nicht, ist also eine Costa spuria, dagegen die nachfolgenden acht, welche wahre sind. Auch haben

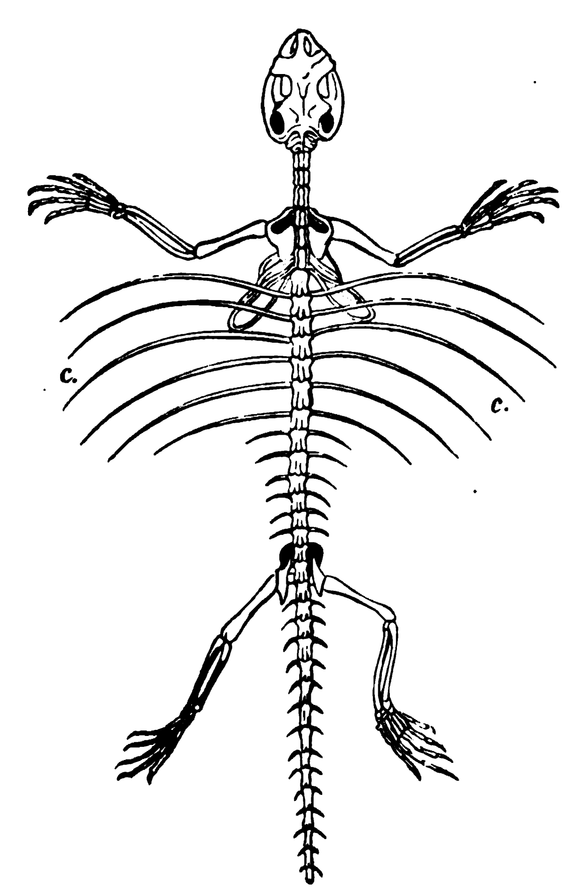



Fig. 365. Skelet von Draco viridis (nach Rud. Wagner). c Costae spuriae, welche die Träger einer Flughaut abgeben.

die Rippen dieses Thieres insoweit noch eine Vogelähnlichkeit, als sie, wie die der Vögel, einen rückwärts gerichteten Processus uncinatus tragen, der aber grösstentheils knorpelig und durch Bandmasse mit ihr verbunden ist (Stannius). Diese ligamentäre Verbindung erklärt es, warum diese Fortsätze früher übersehen wurden und alle an den Skeleten der Sammlungen fehlen, da sie beim Reinigen der Rippen von den umgebenden Weichtheilen verloren gingen.

Ausser den, den Brustkorb bildenden Brustrippen *(Costae thoracicae)* kommen beim Krokodil auch sogenannte Bauchrippen (*Costae ventrales s. abdominales)* vor (Fig. 366 *cab*), welche jedoch mit den Lendenwirbeln, denen sie der Zahl nach entsprechen, nicht in Verbindung stehen. Sonst werden die Inscriptiones tendineae in den graden Bauchmuskeln als homologe Ueberreste der bei sämmtlichen anderen Wirbelthieren untergegangenen Bauchrippen angesehen.

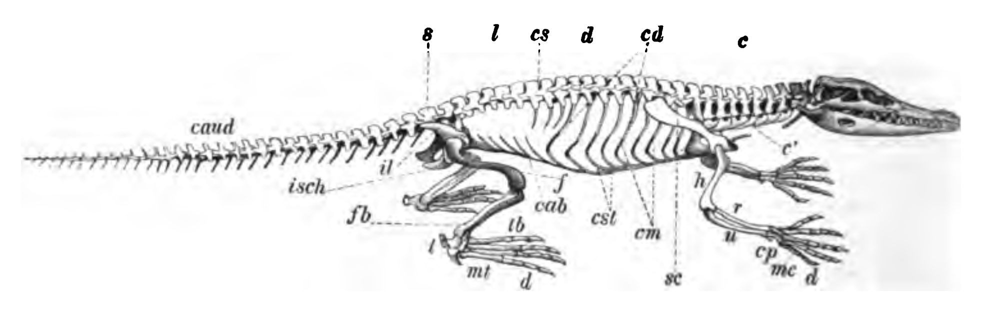



**Fig. 366.** Skelet vom Krokodil. *c* (8) Halswirbel. *d* Dorsalwirbel. *l* (5) Lendenwirbel. *s* (3) Sacralwirbel. *caud* Caudalwirbel. *c'* Halsrippen. *cd* Dorsalrippen. *cst* Sternalrippen. *cm* Costae mediae. *cab* Bauchrippen (*Costae abdom.*). *sc* Scapula. *h* Humerus. *r* Radius. *u* Ulna. *cp* Carpus. *mc* Metacarpus. *d* Digiti. *il* Os ilei. *isch* Os ischii. *f* Femur. *tb* Tibia. *fb* Fibula. *t* Tarsus. *mt* Metatarsus. *d* Digiti.

Das Brustbein *(Sternum)* findet sich sowohl bei den Krokodilen als auch bei allen Sauriern, selbst bei vielen schlangenähnlichen, vor. Um seine bisweilen ansehnliche Ausbildung zu begreifen, muss man erwägen, dass es 1) ein Schlussknochen für einen Theil der Brustrippen ist; 2) als ein sehr wesentlicher Träger und Stützknochen des Schultergürtels anzusehen, und 3) auch noch als ein dem Herzen Schutz gewährender Knochen zu betrachten ist.

Das Brustbein der Saurier (Fig. 367) ist meistens von ansehnlicher Breite und pflegt 1) aus einer grösseren, oft nur zum Theil knöchernen, stellenweise knorpeligen oder gar häutig unterbrochenen Platte — Mesosternum *(mst)* — zu bestehen, die wie ein schützender Schild sich vor das Herz lagert; 2) aus einem länglichen, vorn Tförmig gestalteten Knochen, der auf dem ersteren aufliegt, vorn ihn überragt und als Episternum *(est)*

unterschieden wird, und 3) aus zwei schmalen, mehr oder weniger langen, ippenähnlichen Stücken, welche dicht neben einander vom hinteren Rande

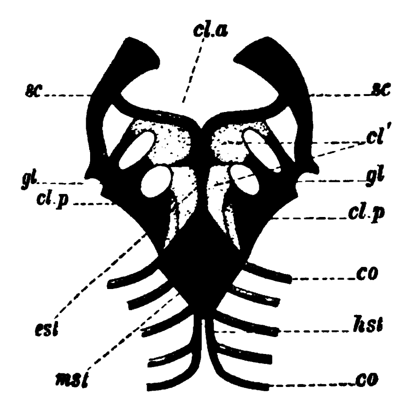



Fig. 367. Brustbein eines Sauriers (*Podinema Teguixin*). *mst* Mesosternum, eine rhomboidale Platte darstellend. *est* Episternum. *hst* Hyposternum. *co* Rippen. *sc* Scapula. *cl.a* Vorderes Schlüsselbein (*Clavicula anterior*). *cl.p* Hinteres Schlüsselbein (*Clavicula post. s. Os coracoideum*). *cl'* Knorpelige und häutige Ausfüllungen. *gl* Gelenkpfanne zur Aufnahme des Gelenkkopfes des Oberarmbeins.

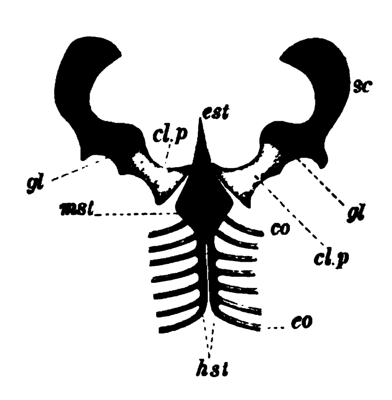



Fig. 368. Brustbein und Schultergürtel vom Krokodil. *sc* Scapula. *cl.p* Hinteres Schlüsselbein (*Os coracoid.*). *gl* Gelenkpfanne für den Kopf des Humerus. *est* Episternum. *mst* Mesosternum. *hst* Hyposternum. *co* Rippen.

des Mesosternum nach hinten abgehen — Hyposternum (*hst*). Das Episternum stützt die vordern Schlüsselbeine (*cl.a*). Das Mesosternum (dem Manubrium des Brustbeins der Säugethiere entsprechend) trägt die hinteren Schlüsselbeine (*cl.p*) und einige Rippen. Das Hyposternum trägt ebenfalls noch einige (2—5) Rippen. Bei den Krokodilen (Fig. 368), denen die vorderen Schlüsselbeine fehlen, ist das Episternum verkümmert. Ohne die vordere Tförmige Verbreiterung zu bilden, läuft es nach vorn in eine schmale Spitze aus. Das Mesosternum (*mst*) ist bei jungen Thieren noch ganz knorpelig, zwei Knochenkerne enthaltend. Das Hyposternum (*hst*) endlich ist sehr lang und trägt fünf Rippenpaare.

Bei den Chamaeleonten (Fig. 363 *st*), welchen die Schlüsselbeine abgehen, fehlt auch schliesslich das Episternum, in Folge dessen das Sternum mit dem der höheren Wirbelthiere mehr Aehnlichkeit erhält.

cc) Rippen der Ophidier.

Die so sehr zahlreichen Rippen der Schlangen, da sie an ihrem ventralen Ende durch kein Brustbein verbunden werden, sind nur s. g. falsche Rippen. Sie beginnen, wenn sie auch nur sehr kurz sind, schon nahe hinter dem Kopfe. Nur der vorderste Wirbel, der Atlas, ist allein rippenlos. Ihre Beweglichkeit ist daher gross, so dass sie der Locomotion selbst dienstbar werden konnten. Ihre Verbindung mit der Wirbelsäule zeigt indess auch einige Eigenthümlichkeiten. So stützen sie sich nur auf die Wir-

belkörper und nicht auf die Querfortsätze. Dann tragen die Rippenköpfe eine kugelige Gelenkpfanne nebst einer planen Gelenkfläche, während an dem Wirbelkörper ein kugeliger Gelenkkopf sich befindet.

Die über dem Kugelgelenk liegende plane Gelenkfläche steht zur Axe des Vertebralendes der Rippe senkrecht, daher das Kugelgelenk nur zur Axendrehung der Rippe befähigt.

bb) Rippen und Brustbein der nackten Amphibien.

Während die Perennibranchiaten und geschwänzten Batrachier rudimentäre Rippen, die jedoch nicht durch ein Brustbein unter einander in Verbindung stehen, besitzen, — sind die ungeschwänzten Batrachier als rippenlos zu betrachten, wenn man nicht kleine knorpelige rippenähnliche Anhänge an den Querfortsätzen des dritten und vierten Wirbels (Fig. 364) als Vertreter derselben noch betrachten will.

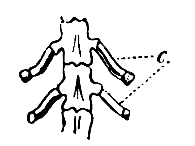



Fig. 369. Zwei Dorsalwirbel von Salamandra maculata mit Rippenrudimenten c.

Das Brustbein der nackten Amphibien zeigt verschiedene Formen und verschiedene Grade der Ausbildung. Wenn man aber erwägt, dass es theils zur Schliessung des, Lungen und Herz umgebenden Thoraxgewölbes, theils als Stütze des Schultergürtels, theils endlich auch zum Schutze des Herzens, vor welches es sich oft, wie ein schützender Schild lagert, dient, — so lässt es sich begreifen, wie dasselbe auch da auftreten kann, wo, wie bei den Batrachiern, keine Rippen zu verbinden sind, sondern es nur eine Stütze für den Schultergürtel und einen schützenden Schild für das Herz abgibt. Ja es kann bloss auf letztere Bestimmung reducirt sein, wie bei den Perennibranchiaten und Salamandrinen, wo ein rudimentäres Brustbein in Form eines verschieden breiten Knorpelstückes auftritt, das nach hinten in ein dünnes Plättchen ausläuft, aber mit dem Schultergürtel nicht in direkter Verbindung steht.

Wo das Brustbein eine wirkliche Stütze für den Schultergürtel, wie bei den ungeschwänzten Batrachiern (Fig. 370) abzugeben hat, ist es kräftiger entwickelt und steht mit den Schlüsselbeinen in direkter Verbindung. Je mehr bei diesen Thieren der Rumpf eine breitere Form erhält, und sie denselben gleichsam auf dem Boden hinschleppen, um so mehr entwickelt es sich in die Breite, um wohl dem Herzen gegen Druck einen besseren Schutz gewähren zu können. Darauf ist es ohne Zweifel zurückzuführen, wenn man bei Pipa das Brustbein so auffallend in die Breite entwickelt findet (Fig. 371). Hier bildet das grösstentheils knorpelige Brustbein mit dem Schlüsselbein eine panzerähnliche Decke über die vorderen Rumpfeingeweide. Das Mesosternum besteht aus zwei Seitenhälften, welche die hinteren Schlüsselbeine tragen und rückwärts aus einander weichend das, eine

rhombische Platte darstellende Hyposternum zwischen sich nehmen. Das Episternum ebenfalls aus zwei Seitenhälften bestehend, trägt die vorderen Schlüsselbeine, die von seiner ventralen Fläche untereinander zusammen-

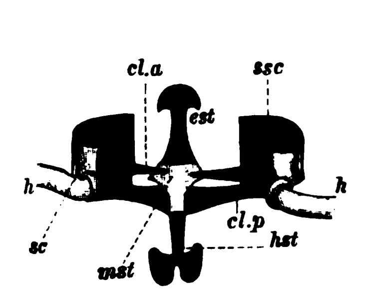


**Fig. 370.** Brustbein und Schultergürtel von Rana temporaria. *ssc* Suprascapulare. *sc* Scapulare. *h* Humerus. *cl.a* Clav. ant. *cl.p* Clavicul. post. *est* Episternum. *mst* Mesosternum. *hst* Hyposternum.

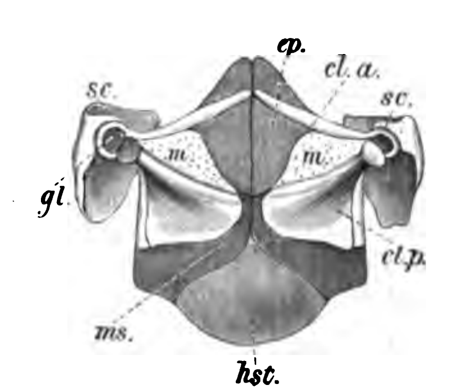


**Fig. 371.** Brustbein vom Pipa. *ep* Episternum. *ms* Mesosternum. *hst* Hyposternum. *sc* Scapula. *cl.a* Clavicula anterior. *cl.p* Clavicula posterior (*Os coracoideum*). *m* Häutig verschlossene Lücke. *gl* Gelenkpfanne für den Kopf des Oberarmbeins, vom Schulterblatt und Schlüsselbein gebildet.

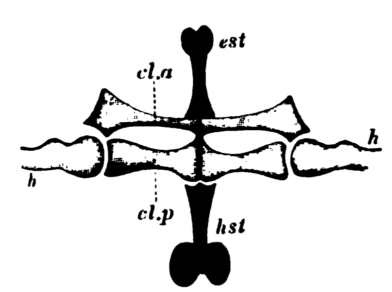


**Fig. 372.** Brustbein und Schultergürtel von Rana esculenta. *h* Humerus. *cl.a* Vorderes Schlüsselbein (*Clav. ant.*). *cl.p* Hinteres Schlüsselbein (*Clav. post. s. Os corac.*). *est* Episternum. *hst.* Hyposternum.

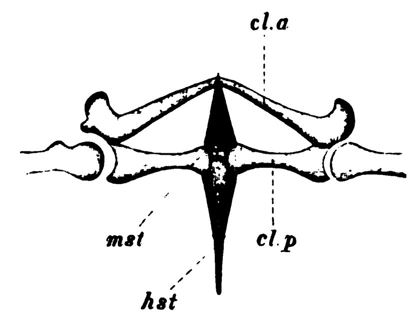


**Fig. 373.** Brustbein und Schultergürtel von Rana Bufo. *cl.a* Clavicula anterior. *cl.p* Clavicula post. *mst* Mesosternum. *hst* Hyposternum.

stossen. Bei Rana temporaria (Fig. 370) endigt das Episternum und Hyposternum in einer breiten Platte. Bei Rana esculenta (Fig. 372) ist das Mesosternum so verkümmert, dass die beiderseitigen vorderen und hinteren Schlüsselbeine unmittelbar mit einander sich verbinden, und bei Bufo cinereus (Fig. 373) ist das Episternum zurückgebildet.

### d) *Ueber Episternalbildung der Wirbelthiere überhaupt.*

Während ein Episternum nur den Amphibien und unter den Säugethieren nur den Monotremen eigen zu sein schien, ist das Vorkommen von Episternalbildungen bei den Wirbelthieren doch verbreiteter, als man im

Allgemeinen anzunehmen geneigt war. Man findet sie namentlich bei solchen Thieren, welche vordere Schlüsselbeine, denen sie eine gewisse Stütze gewähren sollen, besitzen. Bei den Vögeln allerdings, ungeachtet diese sich sehr entwickelter vorderer Schlüsselbeine erfreuen, ist, wie es scheint, dennoch nichts von ihnen vorhanden, wenn man nicht die Bandmasse, welche die zum Gabelknochen verwachsenen vorderen Schlüsselbeine mit der Crista sterni verbindet, als Ueberrest einer im Untergang begriffenen Episternalbildung ansehen will (Gegenbaur). Die vorderen Schlüsselbeine der Vögel konnten indess auch schon einer derartigen Stütze völlig entbehren, da die Verwachsung derselben an ihren Sternalenden eine solche hinreichend ersetzt. Bei den Säugethieren hingegen ist das Vorkommen von Ueberresten eines Episternalapparates viel allgemeiner. Ja die Monotremen besitzen, wie wir oben schon sahen (Seite 326), sogar ihn so vollständig, als die Saurier. Aber auch viele andere Säugethiere, wie Beutelthiere, Nager, Edentaten (Schuppenthier, Ameisenfresser), Insectivoren, soweit sie Claviculae haben, zeigen mehr oder weniger deutlich Ueberreste [1]. Bei den Beutelthieren sind, nächst den Monotremen, sie noch am besten ausgebildet, aus zwei die Claviculae tragenden Seitenästen und einem mit dem Sternum verwachsenen Mittelstück, wovon erstere allerdings nur knorpelig sind (Fig. 374. A.). Die Verbindung des Mittelstückes mit dem Sternum führt bei andern zu einer Auflösung des Episternums, in Folge dessen nur die Seitentheile aus Knorpel oder Knochen übrig bleiben (Fig. 374. B.) und dem sternalen Ende der Clavicula, diese mit dem Sternum verbindend, sich anschliessen. Bei den Affen gehen diese Episternalgebilde noch weitere Rückbildungen ein. Sie treten als platte Knorpel zwischen Clavicula und Sternum auf, welche, wie beim Menschen, als Zwischengelenkknorpel erscheinen, aber die Beziehung zur Befestigung der Lage des sternalen Endes des Schlüsselbeines noch nicht aufgegeben haben. Mit dem Verlust der Schlüssel-

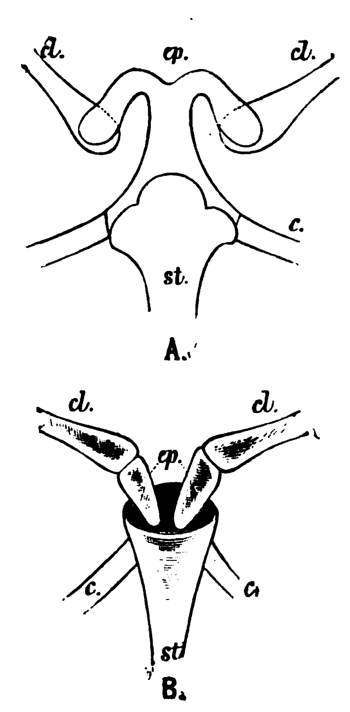



**Fig. 374.** **A.** Episternum einer jungen **Beutelratte**. *ep* Episternum (knorpelig). *st* Vorderes Ende des Sternums (ossificirt). *cl* Claviculae. *c* Erste Rippe. — **B.** Episternum vom **Hamster** von der dorsalen Fläche gesehen. In den knorpeligen Episternalstücken befinden sich Knochenkerne. Die Bezeichnung die gleiche, wie in A. (Nach **Gegenbaur**.)

[1] Die früher s. g. Ossa suprasternalia.

beine gehen indess diese Seitenstücke des Episternums schliesslich auch unter. Doch scheint das vorn auf dem Sternum aufsitzende Mittelstück noch mehr oder weniger vorhanden zu bleiben. Wenigstens sitzt vorn auf dem Sternum der Robben (Fig. 331) und Carnivoren ein nach vorn sich verschmälernder schnabelartiger (dem verkümmerten Episternum der Krokodile ähnlicher) Knochenfortsatz auf, der eine solche Deutung zuliesse. (Gegenbaur[1]).

e) *Rumpfskelet der Fische.*

Da oben schon der einfacheren Anlage des Rumpfskelets der Leptocardier, Cyclostomen und Selachier gedacht wurde, so können wir uns darauf beschränken, hier vorwiegend nur das der Knochenfische in nähere Betrachtung zu ziehen. Es besteht aus Wirbelsäule und Rippen.

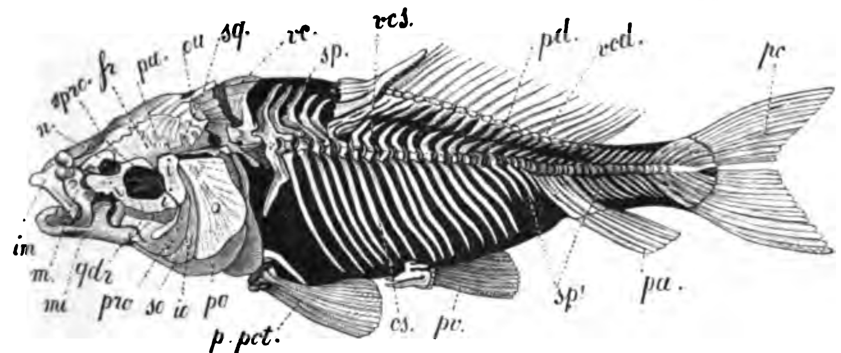



**Fig. 375.** Skelet von Cyprinus Carpio. Kopf. *o* Os occipitis. *pa* Os parietale. *fr* Os frontale. *n* Os nasale. *m* Os maxillare superius. *mi* Os maxillare inferius. *im* Os intermaxillare. *qdr* Os quadratum. *spro* Ossa supraorbitalia. *i* Ossa infraorbitalia. *sq* Os squamosum. *o* Operculum. *pro* Praeoperculum. *io* Interoperculum. *so* Suboperculum, oft mit dem vorhergehenden zu einem Stück verschmolzen. *po* Postoperculum. Rumpf. *vc* Die zwei ersten verschmolzenen Wirbel. *vcs* Rippentragende Wirbel. *vcd* Caudalwirbel. *sp* Process. spinosi und obere Wirbelbogen. *sp'* Untere Wirbelbogen und Process. spinosi inf. — Gliedmassen. *p.pct* Brustflossen (*Pinnae pectorales*). *pv* Bauchflossen (*Pinnae ventrales*). *pc* Schwanzflosse (*Pinna caudalis*). *pd* Rückenflosse (*Pinna dorsalis*). *pa* Afterflosse (*Pinna analis*).

Die Wirbelsäule zerfällt nur in zwei Abschnitte: in den rippentragenden Rumpf- und den Schwanztheil. Ein Halstheil ist nicht unterscheidbar, da schon die vordersten Wirbel Rippen zu tragen pflegen. Doch bisweilen fehlen dem ersten oder auch den beiden vordersten Wirbeln die Rippen (Fig. 375); daher Manche diese als Halswirbel anzusprechen geneigt sind. — Die Wirbelkörper haben biconcave Form (Fig. 376 *c*) und Chordareste bil-

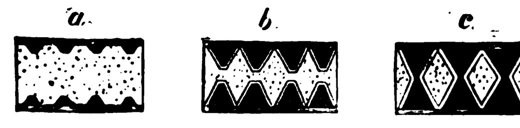



**Fig. 376.** Schema der Bildung der Wirbelkörper bei den Fischen.

den den Inhalt der biconvexen Höhlung, welche zwei Wirbelkörper trennt. Bisweilen sind sie in der Mitte noch von einer Oeffnung durchbohrt, was

[1] Bezüglich des weitern Details sind nachzusehen dessen Grundzüge d. vergl. Anat. 2. Auflage 1870, und Jenaer Zeitschrift. Bd. I.

eine Verbindung der Chordareste bedingt und ein Fortbestehen einer früheren Entwicklungsstufe (Fig. 376 *b*) darstellt. Nur bei Lepidosteus haben die Wirbelkörper eine Form, wie bei den Amphibien, indem sie vorn einen Gelenkkopf und hinten eine Gelenkaushöhlung bilden.

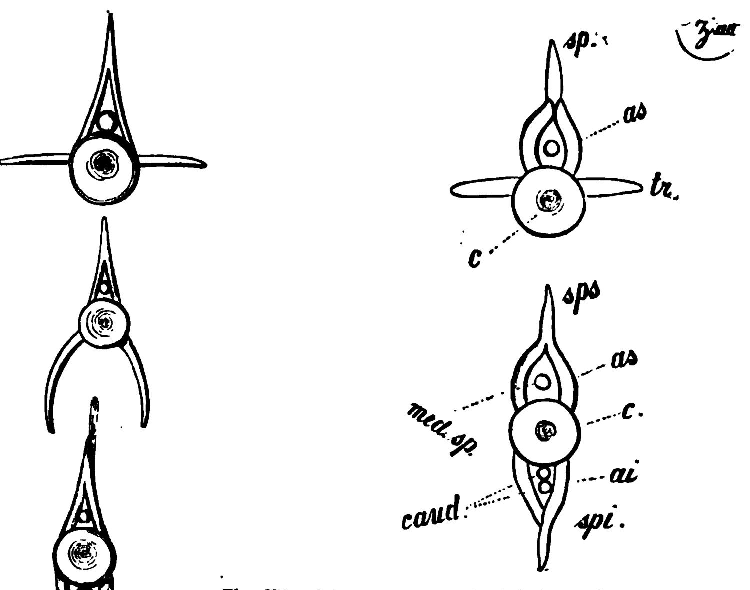



Fig. 378. Schema eines Fischwirbels. *c* Corpus. *as* Arcus superior. *sp* Processus spinosus. *tr* Processus transversus. *med.sp* Medulla spinalis. *sps* Processus spinosus superior. *ai* Arcus inferior. *caud* Vasa caudalia. *spi* Processus spinosus inferior.

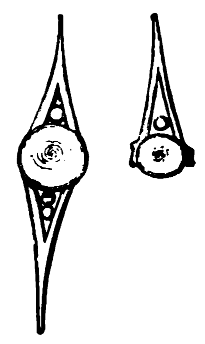


Fig. 377. Fischwirbel, den Uebergang der Processus transv. in die Bildung der unteren Bogen darstellend.

An ihrer dorsalen Seite tragen die Wirbelkörper zur Umschliessung des Rückenmarkes die oberen Bogen, deren beide Schenkel bald mit einander verschmelzen und durch mediane Verlängerung die oberen Dornfortsätze (Fig. 377) bilden, bald aber getrennt bleiben, wo die letzteren besondere aufsitzende Stücke darstellen (Fig. 378). Seitwärts entsenden sie (am Rumpftheil) die Seiten- oder Querfortsätze, — zum Tragen der Rippen und abwärts (am Schwanztheil) zur Umschliessung der Caudalgefässe die unteren Bogen und unteren Dornfortsätze (Fig. 375). Letztere sind aus einer Abwärtsrichtung und Vereiniguug der Querfortsätze entstanden zu betrachten. Daher da, wo untere Bogen vorhanden sind, die Querfortsätze fehlen.

Nicht das Gleiche gilt indess für die unteren Bogen und unteren Dornfortsätze der Schwanzwirbel bei höheren Wirbelthieren

(Sauriern, Krokodilen, vielen Säugethieren, wie Cetaceen, Carnivoren); diese sind accessorische Bildungen und sitzen auf je zwei Wirbelkörpern zugleich auf. In dieselbe Categorie fallen auch die vorderen Fortsätze der Hals- und Brustwirbel vieler Vögel und die vorderen Fortsätze der Körper der Lendenwirbel des Hasen u. dgl.

Auch die Querfortsätze der höheren Wirbelthiere haben nicht die gleiche Bildung wie die der Fische. Jene sitzen auf dem Anfange der oberen Bogen, diese seitlich auf dem Wirbelkörper auf. Jene können noch vorhanden sein, wenn auch die Körper untere Bogen tragen.

Das Ende des Caudaltheils der Wirbelsäule bietet noch bemerkenswerthe Verschiedenheiten der letzten Wirbel dar, die mit der Entwicklung und Stärke der Schwanzflosse mehr oder weniger in Beziehung stehen.

Bei Fischen, welche keine besondere Schwanzflosse haben, nimmt die Grösse der hinteren Caudalwirbel allmählig ab, bis der letzte mit einer stumpfen Spitze das Ende bildet (Blennoiden, Taenioiden, Muraenoiden, Ophidini, Fistularia u. A.). Wo, wie bei den meisten Knochenfischen, eine ausgebildetere Schwanzflosse sich findet, und diese durch einen Ausschnitt in einen oberen und unteren Lappen zerfällt, — trägt der nach hinten sich etwas verjüngende und abflachende letzte Wirbel eine senkrechte, allmählig sich verbreiternde senkrechte Platte, welche entsprechend den zwei Lappen der Flossen in zwei gleiche, eine obere und untere, Hälften sich trennt, die aus einer Umwandlung der oberen und unteren Wirbelbogen hervorgehen. Bei manchen Fischen (Esox u. A.) sind indess die oberen Dornfortsätze und oberen Bogen der letzten Schwanzwirbel schwächer ausgebildet als die unteren, in Folge dessen das Ende der Wirbelsäule eine leichte Aufwärtskrümmung bildet und die unteren Fortsätze des letzten Wirbels einen grösseren Antheil am Tragen der Schwanzflosse nehmen, als die schwächeren oberen. Bei andern Fischen, besonders bei den Ganoiden, verkümmern die oberen Fortsätze in noch höherem Grade oder fehlen selbst ganz, während die unteren um so mächtiger entwickelt sich zeigen, in Folge dessen die Aufwärtskrümmung des Endes der Caudalwirbelsäule stärker wird, seine Spitze in den oberen Theil der Schwanzflosse hinein zu liegen kommt und die unteren Fortsätze, die eine nahezu horizontal nach hinten sehende Stellung dadurch erhalten haben, fast allein die Träger der Schwanzflosse abgeben. Auch bei den Cyprinoiden u. A. findet sich eine ähnliche Anordnung (Fig. 379), nur ist die Rückbildung der Körper der hintersten Schwanzwirbel und ihrer oberen Bogen noch weitergehend. Der hinterste Caudalwirbelkörper läuft in einen schief aufwärts in den oberen Theil der Schwanzflosse gerichteten, platten Stab aus, der aus der Verschmelzung mehrerer hinterster Caudalwirbel, deren obere Bogen ganz geschwunden sind, hervorgeht und bei jungen Thieren noch

eine Verbindung der Chordareste bedingt und ein Fortbestehen einer früheren Entwicklungsstufe (Fig. 376 *b*) darstellt. Nur bei Lepidosteus haben die Wirbelkörper eine Form, wie bei den Amphibien, indem sie vorn einen Gelenkkopf und hinten eine Gelenkaushöhlung bilden.

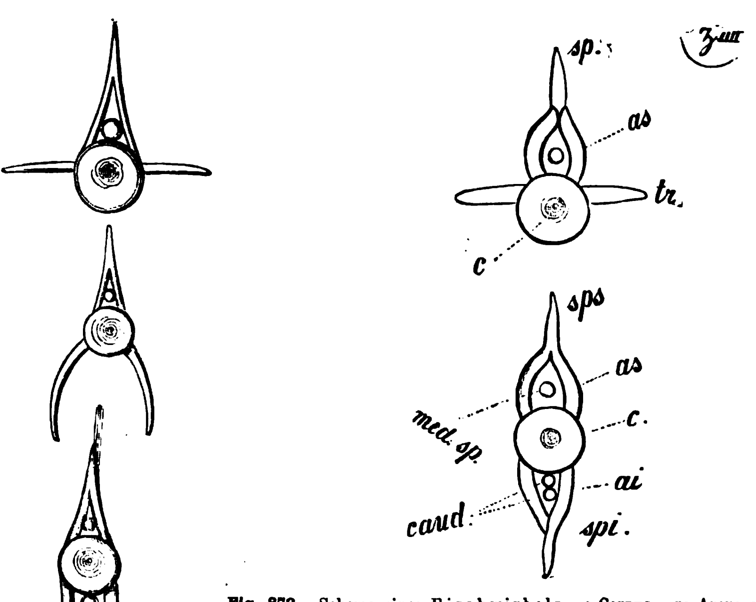



**Fig. 378.** Schema eines Fischwirbels. *c* Corpus. *as* Arcus superior. *sp* Processus spinosus. *tr* Processus transversus. *med.sp* Medulla spinalis. *sps* Processus spinosus superior. *ai* Arcus inferior. *caud* Vasa caudalia. *spi* Processus spinosus inferior.

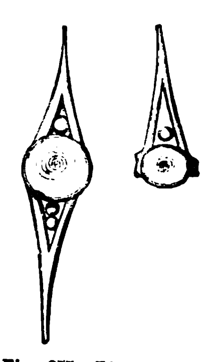


**Fig. 377.** Fischwirbel, den Uebergang der Processus transv. in die Bildung der unteren Bogen darstellend.

An ihrer dorsalen Seite tragen die Wirbelkörper zur Umschliessung des Rückenmarkes die **oberen Bogen**, deren beide Schenkel bald mit einander verschmelzen und durch mediane Verlängerung die **oberen Dornfortsätze** (Fig. 377) bilden, bald aber getrennt bleiben, wo die letzteren besondere aufsitzende Stücke darstellen (Fig. 378). Seitwärts entsenden sie (am Rumpftheil) die Seiten- oder Querfortsätze, — zum Tragen der Rippen und abwärts (am Schwanztheil) zur Umschliessung der Caudalgefässe die **unteren Bogen** und **unteren Dornfortsätze** (Fig. 375). Letztere sind aus einer Abwärtsrichtung und Vereiniguug der Querfortsätze entstanden zu betrachten. Daher da, wo untere Bogen vorhanden sind, die Querfortsätze fehlen.



Nicht das Gleiche gilt indess für die unteren Bogen und unteren Dornfortsätze der Schwanzwirbel bei höheren Wirbelthieren

(Sauriern, Krokodilen, vielen Säugethieren, wie Cetaceen, Carnivoren); diese sind accessorische Bildungen und sitzen auf je zwei Wirbelkörpern zugleich auf. In dieselbe Categorie fallen auch die vorderen Fortsätze der Hals- und Brustwirbel vieler Vögel und die vorderen Fortsätze der Körper der Lendenwirbel des Hasen u. dgl.

Auch die Querfortsätze der höheren Wirbelthiere haben nicht die gleiche Bildung wie die der Fische. Jene sitzen auf dem Anfange der oberen Bogen, diese seitlich auf dem Wirbelkörper auf. Jene können noch vorhanden sein, wenn auch die Körper untere Bogen tragen.

Das Ende des Caudaltheils der Wirbelsäule bietet noch bemerkenswerthe Verschiedenheiten der letzten Wirbel dar, die mit der Entwicklung und Stärke der Schwanzflosse mehr oder weniger in Beziehung stehen.

Bei Fischen, welche keine besondere Schwanzflosse haben, nimmt die Grösse der hinteren Caudalwirbel allmählig ab, bis der letzte mit einer stumpfen Spitze das Ende bildet (Blennoiden, Taenioiden, Muraenoiden, Ophidini, Fistularia u. A.). Wo, wie bei den meisten Knochenfischen, eine ausgebildetere Schwanzflosse sich findet, und diese durch einen Ausschnitt in einen oberen und unteren Lappen zerfällt, — trägt der nach hinten sich etwas verjüngende und abflachende letzte Wirbel eine senkrechte, allmählig sich verbreiternde senkrechte Platte, welche entsprechend den zwei Lappen der Flossen in zwei gleiche, eine obere und untere, Hälften sich trennt, die aus einer Umwandlung der oberen und unteren Wirbelbogen hervorgehen. Bei manchen Fischen (Esox u. A.) sind indess die oberen Dornfortsätze und oberen Bogen der letzten Schwanzwirbel schwächer ausgebildet als die unteren, in Folge dessen das Ende der Wirbelsäule eine leichte Aufwärtskrümmung bildet und die unteren Fortsätze des letzten Wirbels einen grösseren Antheil am Tragen der Schwanzflosse nehmen, als die schwächeren oberen. Bei andern Fischen, besonders bei den Ganoiden, verkümmern die oberen Fortsätze in noch höherem Grade oder fehlen selbst ganz, während die unteren um so mächtiger entwickelt sich zeigen, in Folge dessen die Aufwärtskrümmung des Endes der Caudalwirbelsäule stärker wird, seine Spitze in den oberen Theil der Schwanzflosse hinein zu liegen kommt und die unteren Fortsätze, die eine nahezu horizontal nach hinten sehende Stellung dadurch erhalten haben, fast allein die Träger der Schwanzflosse abgeben. Auch bei den Cyprinoiden u. A. findet sich eine ähnliche Anordnung (Fig. 379), nur ist die Rückbildung der Körper der hintersten Schwanzwirbel und ihrer oberen Bogen noch weitergehend. Der hinterste Caudalwirbelkörper läuft in einen schief aufwärts in den oberen Theil der Schwanzflosse gerichteten, platten Stab aus, der aus der Verschmelzung mehrerer hinterster Caudalwirbel, deren obere Bogen ganz geschwunden sind, hervorgeht und bei jungen Thieren noch

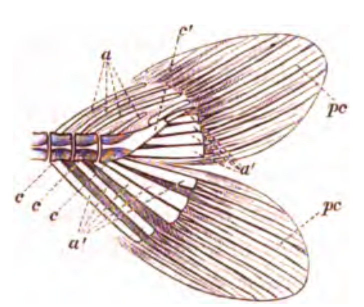



Fig. 379. Schwanzende der Wirbelsäule mit der Schwanzflosse von Cyprinus Carpio. *c* Hintere Caudalwirbelkörper. *c'* Schief aufwärts gerichteter platter Knochenstab, welcher aus einer Verschmelzung der verkümmerten hintersten Wirbelkörper hervorgegangen ist und das Ende der Chorda dorsalis einschliesst. *a* Die oberen Wirbelbogen mit den oberen Dornfortsätzen der hinteren Caudalwirbel, welche den oberen Lappen der Schwanzflosse noch theilweise tragen. *a'* Die unteren Bogen und Bogenüberreste, welche in zwei Abtheilungen geschieden sind, von welchen die untere den unteren Lappen der Schwanzflosse allein trägt, die obere dagegen nur vorwiegend den oberen Lappen tragen hilft.

deutlich das hintere Ende der Chorda einschliesst. Die unteren Bogen (Fig. 379 *a'*) dieser hinteren Schwanzwirbel sind dagegen sämmtlich vorhanden und stellen mit den Flächen seitwärts sehende längliche Platten dar, welche hauptsächlich die Träger der Schwanzflosse abgeben. Sie sind entsprechend den beiden Lappen der letzteren (*pc*), in zwei Abtheilungen, eine obere und untere, geschieden, was diesem Traggerüst der Schwanzflossen einige Aehnlichkeit mit dem jener Fische gibt, bei welchen die oberen Bogen der letzten Schwanzwirbel noch die gleiche Ausbildung als die untern behielten. Die obere Abtheilung dieser unteren Bogenreste trägt hauptsächlich den oberen Lappen, während die untere den einzigen Träger des unteren bildet.

Die Rippen erstrecken sich, wo sie vorhanden sind, über den ganzen Rumpftheil der Wirbelsäule (Fig. 380). Nur ausnahmsweise tragen auch

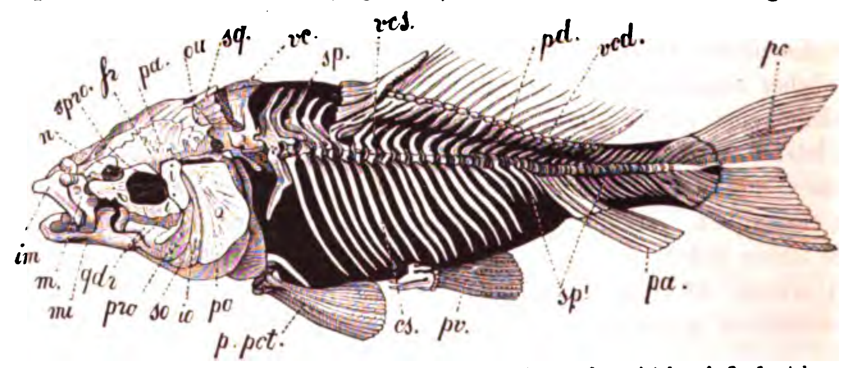



Fig. 380. Skelet von Cyprinus Carpio. Kopf. *o* Os occipitis. *pa* Os parietale. *fr* Os frontale. *n* Os nasale. *m* Os maxillare superius. *mi* Os maxillare inferius. *im* Os intermaxillare. *qdr* Os quadratum. *spro* Ossa supraorbitalia. *i* Ossa infraorbitalia. *sq* Os squamosum. *o* Operculum. *pro* Praeoperculum. *io* Interoperculum. *so* Suboperculum, oft mit dem vorhergehenden zu einem Stück verschmolzen. *po* Postoperculum. Rumpf. *vc* Die zwei ersten verschmolzenen Wirbel. *vcs* Rippentragende Wirbel. *vcd* Caudalwirbel. *sp* Process. spinosi und obere Wirbelbogen. *sp'* Untere Wirbelbogen und Process. spinosi inf. — Gliedmassen. *p.pct* Brustflossen (*Pinnae pectorales*). *pv* Bauchflossen (*Pinnae ventrales*). *pc* Schwanzflosse (*Pinna caudalis*). *pd* Rückenflosse (*Pinna dorsalis*). *pa* Afterflosse (*Pinna analis*).

die vorderen Schwanzwirbel noch Rippen, um dann die weit nach hinten sich erstreckende Schwimmblase zu umschliessen. Bei den Fischen, welche eine noch wenig veränderte Chorda dorsalis bleibend besitzen, fehlen sie

entweder ganz (Leptocardier, Cyclostomen) oder sind doch unvollkommen ausgebildet (Störe). Auch bei den Selachiern sind sie noch sehr rudimentär. Bei den Knochenfischen dagegen pflegen sie so entwickelt zu sein, dass sie der Leibeswand eine wesentliche Stütze gewähren können, obschon auch hier an Fällen es gar nicht mangelt, wo ebenfalls die Rippen gänzlich fehlen (Lophobranchier, die meisten Plectognathen, Lophius, Malthaea, Fistularia u. A.). Nie werden ihre ventralen Enden durch ein Brustbein verbunden. Daher sie nur s. g. falsche Rippen *(Costae spuriae)*, wie bei den Schlangen, sind. Bei manchen Knochenfischen (Clupeïden) findet sich zwar im Brustbein ähnliche Bildung vor. Allein es sind dies Knochen, welche aus Ossificationen der unmittelbar darüber liegenden äusseren Haut hervorgehen, sonach es eine dem Hautskelet zugehörige Bildung ist.

### β) Von dem Skelet der Gliedmassen (Extremitates) der Wirbelthiere.

Sie zerfallen in die Gliedmassen im engeren Sinne und in die Träger derselben — Gliedmassengürtel —, Letztere stellen Knochenbogen dar, welche dorsalwärts offen sind und mit ihrer Höhlung den Rumpf umfassen. Der Träger der hinteren Gliedmassen — Beckengürtel — umfasst das hintere Ende der Rumpfhöhle und nimmt in seinen hinteren offenen Theil die Wirbelsäule auf, mit welcher er unbeweglich sich verbindet. Er bildet mit diesem Abschnitte der letzteren das Becken *(Pelvis)*. Der Träger der vorderen Gliedmassen — Schultergürtel — umlagert sehr beweglich den vorderen Theil des Thorax und ist mit der Wirbelsäule nicht verbunden.

Jeder dieser Gliedmassengürtel besteht aus zwei Seitenhälften, welche ventralwärts entweder unmittelbar (Beckengürtel) oder mittelbar (Schultergürtel) mit einander vereinigt sind, während dorsalwärts nur der Beckengürtel, durch Vereinigung mit der Wirbelsäule, geschlossen ist, der Schultergürtel dagegen dahin offen zu bleiben pflegt.

Jede Bogenhälfte besteht wieder aus drei typischen Stücken, welche da untereinander zusammenstossen, wo aussen die Gelenkpfanne sich befindet, die den Gelenkkopf für die Gliedmasse aufnimmt. Eines von den drei Stücken liegt von der Gelenkpfanne dorsalwärts, ist meistens von mehr oder weniger breiter platter Gestalt und bildet beim Beckengürtel das Darmbein *(Os ilei s. ilium)* — beim Schultergürtel das Schulterblatt *(Scapula)*, während die beiden anderen Stücke, ventralwärts von der Gelenkpfanne liegend, beim Beckengürtel, das Schoosbein *(Os pubis)* und Sitzbein *(Os ischii)* — beim Schultergürtel das vordere Schlüsselbein *(Clavicula s. Clavicula anterior)* und das hintere Schlüsselbein *(Clavicula posterior s. os coracoideum)* darstellen. Schoos- und Sitzbein beim Beckengürtel und die beiden Schlüsselbeine beim Schultergürtel sind Strebepfeiler, welche der

Pfanne des Schulter- und Hüftgelenkes eine festere Lage gewähren und Widerstand leisten sollen gegenüber dem Zuge von Muskeln, welche die Gliedmassen im Schulter- und Hüftgelenk bewegen. Sie sind daher auch da am stärksten und vollkommensten entwickelt, wo diese von ihnen geforderte mechanische Leistung am grössten sein muss.

### a) *Beckengürtel der Wirbelthiere.*

#### aa) Beckengürtel der Säugethiere.

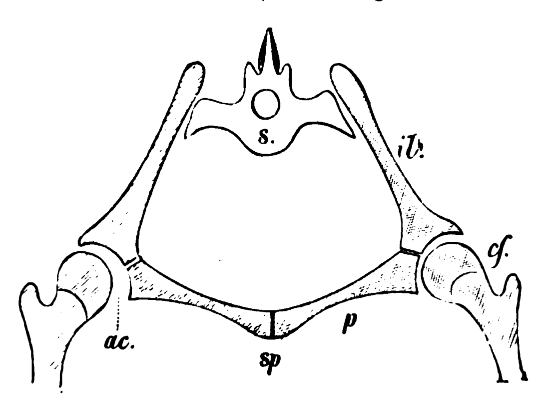



**Fig. 381.** Schema des Beckengürtels. *s* Beckentheil der Wirbelsäule (*Os sacrum*). *il* Darmbein (*Os ilium*). *p* Schoosbein (*Os pubis*). *sp* Schoosfuge (*Symphysis oss. pub.*). *ac* Hüftpfanne. *cf* Caput femoris.

Er stellt mit dem Kreuztheil der Wirbelsäule, mit dem er meistens durch Synchondrose und starke Bänder fest verbunden ist, einen kräftigen Knochenring dar, dessen beide Bogenhälften — Ossa innominata — am ventralen Ende durch eine Symphyse fest mit einander verbunden sind. Die nächste und wichtigste Bestimmung des Beckengürtels ist, den hinteren Gliedmassen und deren Muskeln eine feste Stütze zu gewähren. Daher da, wo die Gliedmassen fehlen, wie bei den Cetaceen, auch der Gliedmassengürtel fehlt. Bei den Cetaceen ist zwar ein Rudiment des Beckens (Fig. 382 *P*) vorhanden, allein dasselbe

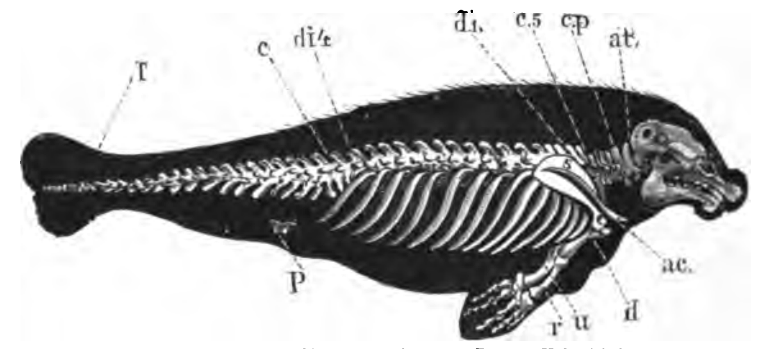



**Fig. 382.** Skelet von Manatus australis. *at* Atlas. *cp* Zweiter Halswirbel. *c.6* (statt *c.5*) Sechster Halswirbel. *d.1* Erster Dorsalwirbel (im Holzschnitt ist fälschlich auf den zweiten Dorsalwirbel hingewiesen). *d.14* Letzter (14.) Dorsalwirbel. *l—c* Lumbocaudalwirbel (im Holzschnitt sind *l—c* unverbunden und verkehrt dargestellt). *P* Rudimentäres Becken. *s* Schulterblatt (*Scapula*). *ac* Acromion. *h* (statt *d*) Oberarm. *u* Ulna. *r* Radius.

steckt im Fleische und hängt nur lose mit der Wirbelsäule zusammen. Die Anwesenheit dieses schwachen Beckenrestes ist hier offenbar durch die Be-

ziehung bedingt, in welcher das Becken auch noch zur Befestigung der Corpora cavernosa penis steht, dem es noch zur festen Stütze dient. Die jede Bogenhälfte des Beckens zusammensetzenden drei Stücke — Darmbein — Schoosbein und Sitzbein — verwachsen gewöhnlich, wie beim Menschen, bald zu dem Hüftbein *(Os coxarum s. innominatum)* mit einander, wodurch die Festigkeit des Beckens sehr vermehrt wird. Wo die nöthige Festigkeit des Beckenringes durch knöcherne Verwachsung der Ossa innominata mit dem Kreuzbein schon erzielt wird, kann der Schluss durch die Schoosfuge sich lösen und der Beckengürtel (ähnlich wie bei den Vögeln) an seiner ventralen Seite sich öffnen, wie dies besonders bei manchen

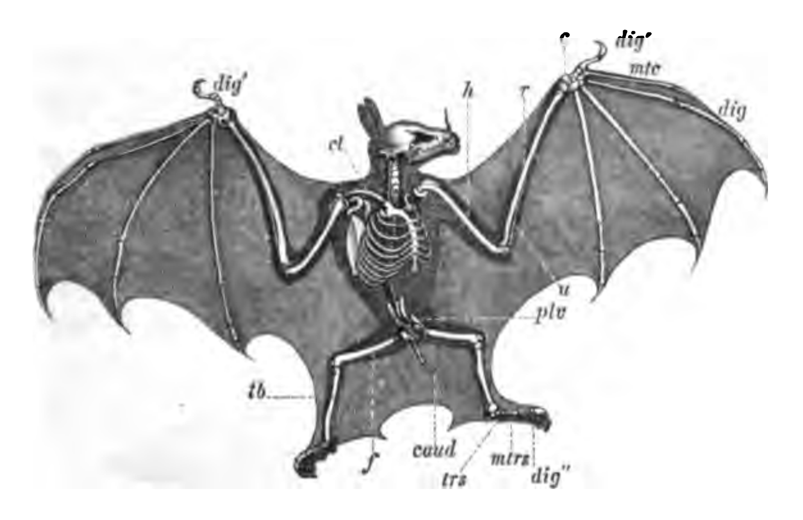



Fig. 383. Skelet einer Fledermaus (Blattnase, *Phyllostoma hastatum*), nach D'Alton. *cl* Schlüsselbein (*Clavicula*). *h* Os humeri. *r* Radius. *u* Ulna. *c* Carpus. *mtc* Metacarpus. *dig* Finger. *dig'* Daumen, einen Krallennagel tragend. *plv* Becken (*Pelvis*), an der Stelle der Schoosfuge offen. *f* Os femoris. *tb* Tibia. *trs* Tarsus. *mtrs* Metatarsus. *dig''* Zehen. *caud* Schwanz (*Cauda*).

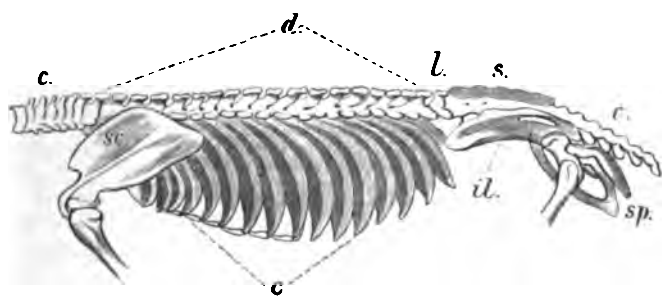



Fig. 384. Rumpfskelet von Myrmecophaga didactyla. *c* Halstheil der Wirbelsäule. *d* Dorsaltheil. *l* Lendentheil. *s* Sacraltheil, mit dem Becken verwachsen. *c* Anfang des Caudaltheils. *il* Darmbein. *sp* Offene Schoosfuge. *sc* Scapula. *c* Rippen, welche von ungewöhnlicher Breite, dachziegelförmig derart übereinander sich legen, dass der hintere Rand jeweils den vorderen der dahinter folgenden Rippe deckt.

Chiropteren (Fig. 383), beim Ameisenfresser (Fig. 384), beim Faulthier (Fig. 330), Maulwurf u. A. der Fall ist.

Bei den Beutelthieren (Fig. 385) und den Monotremen (Fig. 386) kommen am Becken noch zwei accessorische Knochen, die s. g. **Beutelknochen** *(mrs)* *(Ossa marsupialia)* vor, welche vorn auf dem Schoosbein aufsizzen und die Bauchwand stützen. Dass sie nicht zur Stütze des Beutels bestimmt sind, beweist ihr Vorkommen bei den Monotremen (Fig. 386), welche keine Beutel besitzen.

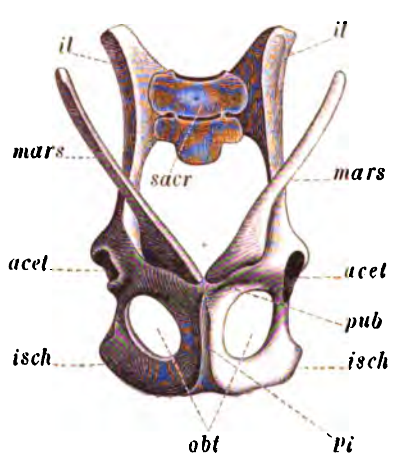



**Fig. 385.** Becken von Didelphis virginiana (nach d'Alton). *sacr* Kreuzbein, die Darmbeine (*il*) tragend. *isch* Sitzbeine. *pub* Schoosbein. *pi* Schoos-Sitzbeinfuge. *obt* Foramina obturatoria. *acet* Hüftgelenkpfanne. *mars* Beutelknochen (*Ossa marsupialia*).

Manche Anatomen gebrauchen die Bezeichnung Hüftbein als gleich bedeutend mit Darmbein, was unrichtig ist. Letzteres ist gleich dem Schoos- und Sitzbein, nur ein Abschnitt des Hüftbeins, nicht aber das Hüftbein selbst.

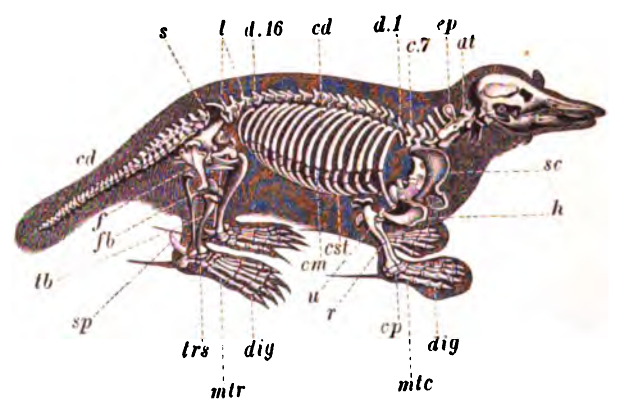



**Fig. 386.** Skelet vom Schnabelthier (*Ornithorhynchus paradoxus*). *at* Erster Halswirbel (*Atlas*). *ep* Zweiter Halswirbel (*Epistropheus*). *c.7* Siebenter Halswirbel. *d.1* Erster Dorsalwirbel. *d.16* Letzter Dorsalwirbel (16). *l* Lendenwirbel (3). *s* Sacralwirbel (2 + 1). *cd* Caudalwirbel (19). *cd* Costae vertebrales (16). *cm* costae medianae. *cst* Costae sternales. *sc* Scapula. *h* Humerus. *r* Radius. *u* Ulna. *cp* Carpus. *mtc* Meta-Carpus. *dig* Finger (*Digiti*), durch Schwimmhäute verbunden. *f* Oberschenkel (*Femur*). *tb* Tibia. *fb* Fibula. *sp* Sporn. *trs* Tarsus. *mtr* Metatarsus. *dig* Zehen (ohne Schwimmhäute).

bb) Beckengürtel der Vögel (Fig. 387).

Eigenthümlich ist den Vögeln, dass die Seitenknochen des Beckengürtels — die **Hüftbeine** — mit der Wirbelsäule stets knöchern verwachsen sind und oft über ihr zu einem die Kreuzwirbel überdeckenden

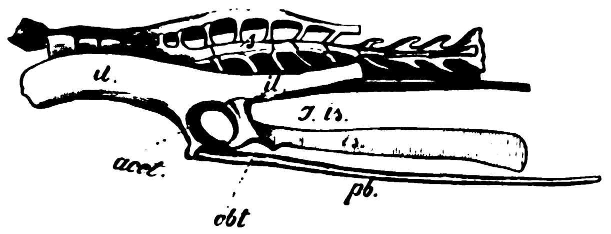



Fig. 387. Skelet des Vogelbeckens. *s* Kreuz- oder Beckentheil der Wirbelsäule (*Os sacrum*). *il* Darmbein (*Os ilium*). *is* Sitzbein (*Os ischii*). *pb* Schoosbein (*Os pubis*). *J.is* Incisura ischiadica. *obt* Foramen obturatorium. *acet* Acetabulum.

Knochengewölbe von beiden Seiten zusammenfliessen (Fig. 388 *plv*). Eine weitere bemerkenswerthe Eigenthümlichkeit des Vogelbeckens ist der Mangel des ventralen Schlusses, die Eröffnung der Schoosfuge (Fig. 387), was den Vögeln übrigens hinsichtlich des Eierlegens sehr zu Statten kommt. Nur der afrikanische Strauss macht eine Ausnahme, indem sein Becken unten geschlossen ist. Auch beim Adler pflegt ein, wenn auch nur schwacher unterer Verschluss des Beckens vorzukommen. Das Becken der Vögel konnte seinen ventralen Verschluss schon aufgeben, ohne die Festigkeit, welche es für die hinteren Gliedmassen bedarf, zu verlieren, da die Hüftbeine mit der Wirbelsäule fest verwachsen sind. Haben wir doch auch schon bei den Säugethieren in denjenigen Fällen, in welchen ähnlich, wie hier, die Hüftbeine mit der Wirbelsäule knöchern verwachsen sind, eine Eröffnung der Schoosfuge eintreten sehen (vergl. Fig. 383 u. 384). Ueberdies bedarf auch das Becken der Vögel des Grades von Stärke nicht, wie das Säugethierbecken, da der Körper leichter ist und die Bewegungen der hinteren Gliedmassen mit geringerem Kraftaufwand ausgeführt werden. Wo letzterer sehr gesteigert wird, kann zur Erzielung

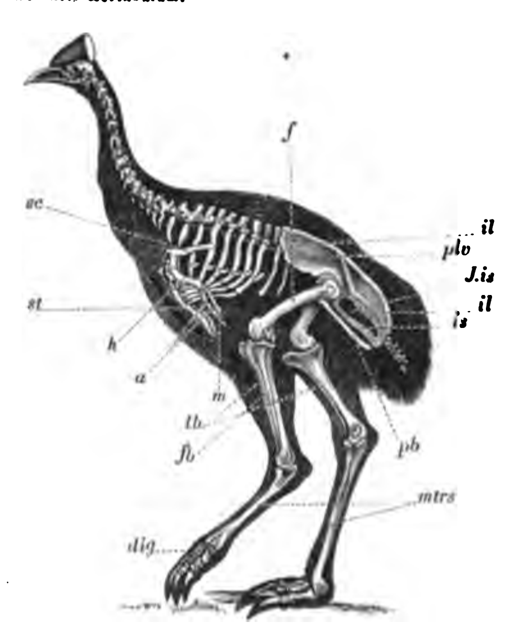



Fig. 388. Skelet vom indischen Casuar (*Casuarius galeatus*). Nach E. d'Alton. *cr* Knochenkamm auf der Stirn. *cv* Halstheil der Wirbelsäule. *d* Rückentheil (*Pars dorsalis*) derselben. *caud* Caudaltheil. *c* Sechs wahre Rippen (*Costae verae*). *c'* Drei vordere falsche Rippen. *c''* Zwei hintere falsche Rippen. *st* Brustbein (*Sternum*). *sc* Scapula. *h* Humerus. *a* Antibrachium. *m* Hand (*Manus*). *plv* Becken (*Pelvis*). *il* Darmbein (*Os ileum*). *is* Sitzbein (*Os ischii*). *pb* Os pubis. *J.is* Incisura ischiadica. *f* Os femoris. *tb* Tibia. *fb* Fibula. *t-mtrs* Tarso-metatarsus aus einem Knochen bestehend. *dig* Zehen (3 an der Zahl).

einer grösseren Stärke des Beckens dessen ventraler Schluss auch wieder nothwendig werden, wie dies beim afrikanischen Strauss auch wirklich stattfindet, der bekanntlich mit seinen hinteren Gliedmassen solche Kraftbewegungen ausführt, dass er den verfolgenden Löwen u. dgl. Feinde durch dieselben niederzuschlagen vermag. Was nun noch die einzelnen Knochen des Beckengürtels anbelangt, so zeigen auch sie einige bemerkenswerthe Abänderungen. Das Darmbein (Fig. 389 *il*) hat das Besondere, dass es

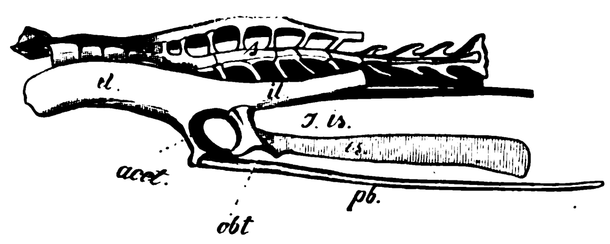



**Fig. 389.** Skelet des Vogelbeckens. *s* Kreuz- oder Beckentheil der Wirbelsäule (*Os sacrum*). *il* Darmbein (*Os ilium*). *is* Sitzbein (*Os ischii*). *pb* Schoosbein (*Os pubis*). *J.is* Incisura ischiadica. *obt* Foramen obturatorium. *acet* Acetabulum.

eine starke Verlängerung, gleichsam einen zweiten hinteren Flügel rückwärts sendet, der, gleich dem vorderen, auch mit dem Kreuzbein verwachsen ist. Das Sitzbein *(is)* ist viel schwächer, als das Darmbein, nach hinten gerichtet uud bald mit dem hinteren Flügel des Darmbeins, was die Regel ist, verwachsen (Fig. 390 *isch*), wodurch die zwischen beiden liegende Incisura ischiadica zu einem rundlichen oder länglichen Loch (Fig. 389 *J.isch*) geschlossen wird, bald aber (Fig. 389 *J.is*), was seltener der Fall ist und namentlich beim Strauss, Casuar u. A. gefunden wird, getrennt bleibt, wo die Incisura ischiadica einen nach hinten offenen langen Spalt bildet. Das Schoosbein (Fig. 389 *pb*) ist der schwächste Knochen des Beckens, von mehr rippenähnlicher Gestalt, der vor dem Sitzbein, ihm anliegend, nach hinten zieht und schliesslich über letzteres noch hinausreicht. Das zwischen Sitz- und Schoosbein liegende Foramen obturatorium (*obt*) pflegt in zwei Abschnitte geschieden zu sein, einen

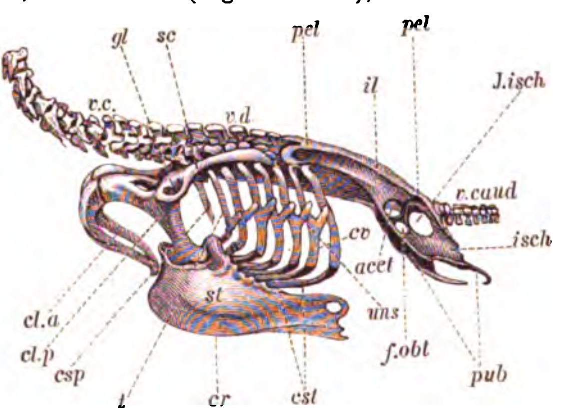



**Fig. 390.** Rumpfskelet von Falco fulvus. *rc* Halswirbel. *rd* Dorsalwirbel. *pel* Pelvis. *il* Os ilium. *isch* Os ischii. *pub* Os pubis. *acet* Acetabulum. *f.obt* Foram. obturat. *J.isch* Incisura ischiadica. *r.caud* Caudalwirbel. *sc* Scapula. *cl.a* Clav. ant. *clp* Clav. posterior. *gl* Gelenkpfanne für den Humerus. *st* Sternum. *cr* Crista sterni. *csp* Costa spuria. *t* die zweite Rippe, eine Costa vera. *cr* Dorsalrippen. *cst* Sternalrippen. *unc* (anstatt *uns*) Processus uncinati.

vorderen, der ein, vor der Pfanne liegendes Loch darstellt, und einen hinteren, der einen langen schmalen, nach hinten offenen Spalt wie beim Casuar, Colymbus, Papagei u. A. darstellt, oder zu einer spaltförmigen Oeffnung wie beim Strauss, Buceros, Carus, Orvus, der Gans u. A. geschlossen ist, oder wo wie bei vielen Raubvögeln (Fig. 390), Hühnervögeln u. A. jeder Zwischenraum dadurch ganz wegfällt, dass das Schoos- und Sitzbein an einander sich legen.

### cc) Beckengürtel der Amphibien.

#### *aa*) Der beschuppten Amphibien (Reptilia).

Die Schlangen und schlangenähnlichen Saurier haben keinen Beckengürtel. Letztere haben nur ein Rudiment davon in Form eines, einem Wirbel anhängenden, verkümmerten Hüftbeins. Dagegen ist er bei allen übrigen sehr entwickelt und meistens, wie bei den höheren Wirbelthieren, aus den drei typischen Knochen, Darm-, Schoos- und Sitzbein jederseits gebildet, von denen die Schoosbeine auch unten einen ventralen Schluss — eine Schoosfuge — haben. Das Darmbein ist unbeweglich mit zwei bis drei Beckenwirbeln (Kreuzbein), deren Querfortsätze stärker zu sein, auch näher beisammen zu stehen pflegen, verbunden.

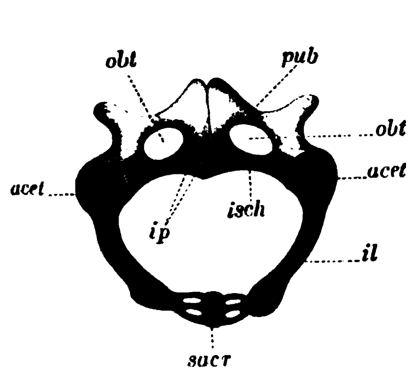



Fig. 391. Becken einer Landschildkröte. *sacr* Kreuzwirbel, die Darmbeine (*il*) tragend. *isch* Sitzbeine. *pub* Schoosbeine. *ip* Schoos- und Sitzbeinfuge (*Symphysis oss. pubis et ischii*). *obt* Foramina obturatoria. *acet* Hüftgelenkpfanne, an deren Bildung die drei Stücke des Hüftbeins noch gleichmässig Theil nehmen.

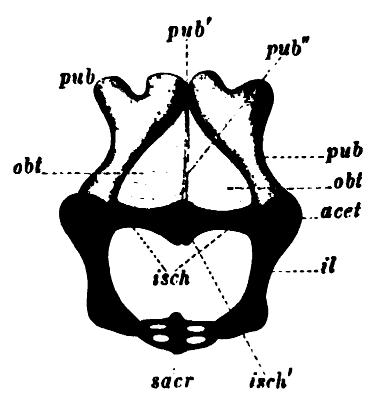



Fig. 392. Becken von Chelonia midas. *sacr* Kreuzwirbel, das Darmbein tragend. *il* Darmbeine. *isch* Sitzbeine. *isch'* Sitzbeinfuge. *pub* Schoosbein. *pub'* Schoosbeinfuge. *pub"* Faserstreifen zwischen Sitzbein- und Schoosbeinfuge. *obt* Membranös verschlossener Zwischenraum, durch das Zusammenfliessen der beiderseitigen Foramina obturatoria entstanden. *acet* Hüftgelenkpfanne.

Bei den Cheloniern, namentlich den Land- und Flussschildkröten, ist das Becken am vollständigsten ausgebildet und dem der Säugethiere am ähnlichsten (Fig. 391). Jede Seitenhälfte besteht aus den oben genannten drei typischen Knochen, welche gleichmässig an der Bildung der Gelenkpfanne betheiligt sind. Sitz- und Schoosbeine verbinden sich in der

Art mit einander, dass sie beiderseits der Schoosfuge eine dem Foramen obturatorium entsprechende Oeffnung umschliessen (Fig. 391 *obt*). Bei den Seeschildkröten (Fig. 392) ist das Verhalten in letzterer Beziehung schon etwas abgeändert. Die Foramina obturatoria fliessen hier zu einer gemeinsamen, grossen unpaaren Oeffnung zusammen, an welcher eine Scheidung in zwei nur noch durch einen Faserstreifen angedeutet ist, der von der Symphyse der beiden Schoosbeine nach hinten zur Symphyse der Sitzbeine gespannt ist (Fig. 392 *pub''*).

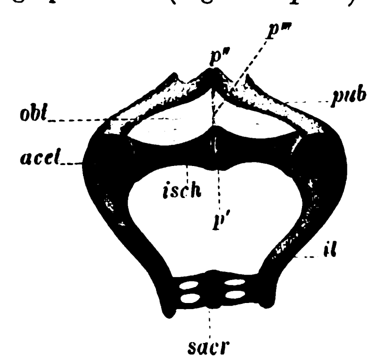



**Fig. 393.** Becken vom Leguan (*Iguana delicatissima*). *sacr* Kreuzwirbel (*Vert. sacralis*). *il* Darmbein. *isch* Sitzbein. *pub* Schoosbein. *p'* Sitzbeinfuge. *p''* Schoosbeinfuge (*Symphysis oss. pub.*). *p'''* Verbindung beider durch einen Faserstreifen. *obt* Membranös verschlossener Zwischenraum. *acet* Hüftgelenkpfanne, an deren Bildung das Schoosbein einen nur noch geringen Antheil nimmt.

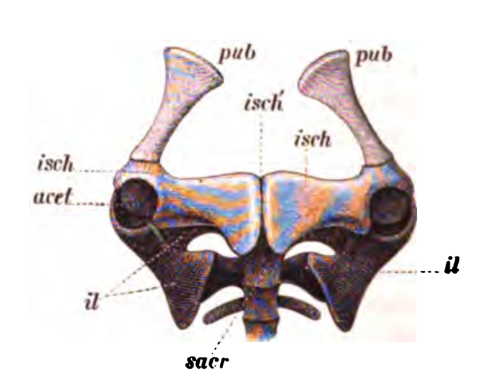



**Fig. 394.** Becken vom Krokodil. *sacr* Kreuzwirbel, das Darmbein tragend. *il* Darmbein. *isch* Sitzbein. *isch'* Sitzbeinfuge (*Symph. oss. ischii*). *pub* Schoosbeine. *acet* Hüftgelenkpfanne, an deren Bildung das Schoosbein keinen Antheil mehr hat.

Bei den Sauriern (Fig. 393) tritt das, bei den Seeschildkröten eben geschilderte Verhalten der Schoos- und Sitzbeine zur Bildung der Foramina obturatoria noch entschiedener hervor. Schoos- und Sitzbeine bilden durch ihre Vereinigung zwei quere Knochenbogen *(pub isch)*, zwischen welchen die Foramina obturatoria zu einer grossen unpaaren Knochenlücke zusammengeflossen sind und ihre Trennung auch nur durch einen medianen Faser- oder Knorpelstreifen *(p''')* angedeutet ist, welcher von vorn nach hinten von der Symphyse der Schoosbeine zu derjenigen der Sitzbeine gespannt ist. Die Gelenkpfanne (*acet*) wird zwar auch noch von den drei Stücken des Hüftbeins, dem Darm-, Schoos- und Sitzbeine gebildet. Allein das Darmbein gewinnt dabei ein solches Uebergewicht, dass das Schoosbein nur noch einen sehr kleinen Antheil an der Bildung der Pfanne behält (Fig. 393).

Bei den Krokodilen (Fig. 394) endlich ist der Beckengürtel nur noch durch die Vereinigung der Sitzbeine (*isch*) unten geschlossen, während die Schoosbeine *(pub)*, mehr nach vorn gerichtet, nur lose noch aneinanderstossen und an der Bildung der Pfanne gar keinen Antheil mehr haben.

Durch diesen Umstand liessen sich schon manche Zootomen verleiten, die Schoosbeine der Krokodile für accessorische, den Beutelknochen der Beutelthiere vergleichbare Beckenknochen zu halten. Man übersah hier ganz die stufenweise Rückbildung und Vereinfachung, welche das Becken besonders in Hinsicht der Schoosbeine bei den Amphibien erleidet. Denn zuerst finden wir das Becken durch zwei, vom Gelenktheil des Darmbeins quer einwärtslaufende und von den beiderseitigen Schoos- und Sitzbeinen gebildete Knochenzüge — Schoosbein- und Sitzbeinbogen — nach unten geschlossen, welche, um die den hinteren Gliedmassen zu gewährende Stütze zu verstärken, auch noch in der Richtung von vorn nach hinten mit einander in Verbindung treten und hierdurch zur Bildung von zwei Foramina obturatoria Veranlassung geben (Land- und Flussschildkröten). Dann sehen wir die letztere Verbindung, welche die beiden queren Knochenbogen von vorn nach hinten eingingen, in Wegfall kommen und die Foramina obturatoria zu einer unpaaren Lücke zusammenfliessen (Seeschildkröten und Saurier). Endlich eröffnet sich der von den beiden Schoosbeinen gebildete vordere Bogen und veranlasst die Aenderung der Lage der Schoosbeine (Krokodile). Die Theilnahme des Schoosbeins an der Bildung der Gelenkpfanne ist von dem Schlusse des von den beiderseitigen Schoosbeinen gebildeten Bogens und der Festigkeit dieses Schlusses abhängig. Wo die Festigkeit desselben sich lockert, in Folge dessen das Schoosbein dem Gelenkkopfe des Oberschenkelbeins bei seinen Bewegungen nicht mehr denselben Widerstand entgegen zu setzen vermag, als die beiden andern, die Pfanne noch bildenden Knochen, — da tritt es auch von der Theilnahme an der Gelenkpfanne zurück. Daher bei den Sauriern (Leguan u. A.) das Schoosbein einen, wenn auch schon verminderten Antheil an der Pfanne noch hat, während bei den Krokodilen dasselbe von dem stärker entwickelten Gelenktheil des Darmbeins ganz nach vorn verdrängt wird und die Gelenkpfanne nur noch von den beiden übrigen Beckenknochen (Darm- und Sitzbein), welche allein der hinteren Gliedmasse die nöthige Stütze zu gewähren haben, gebildet wird.

#### ββ) Beckengürtel der nackten Amphibien.

Er ist dadurch noch mehr vereinfacht, dass er nur aus den Darm- und Sitzbeinen besteht, von welchen die letzteren nach unten sich mehr verbreitern und entweder zu einer unpaaren Knorpel- oder Knochenplatte (Fig. 396) verschmelzen (Perennibranchiaten) oder paarig bleiben (Fig. 395) und sonach eine Symphyse in der Mitte bilden (Salamandrinen). Die Schoosbeine fehlen entweder ganz oder sind sehr rudimentär in der Form kleiner Knorpelaufsätze vorhanden, welche bald noch paarig (Fig. 394), bald zu einem unpaaren verschmelzen (Fig. 393), auf dem vorderen Rande

der Sitzbeine aufsitzen und nur noch zur Bauchmusculatur in Beziehung stehen.

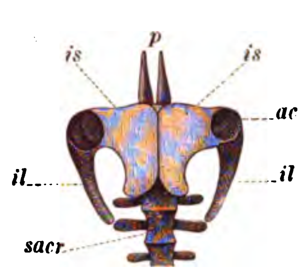



**Fig. 395.** Becken von Salamandra maculata. *sacr* Kreuzbein. *il* Darmbein. *is* Sitzbein. *p* Ueberreste der Schoosbeine, zwei schmale Knorpelstäbe darstellend. *ac* Gelenkpfanne (*Acetabulum*).

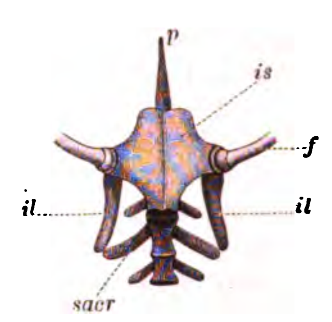



**Fig. 396.** Becken von Menopoma giganteum. *sacr* Kreuzwirbel. *il* Darmbein. *is* Sitzbein. *p* Ueberrest des Schoosbeins, ein schmales Knorpelstäbchen darstellend.

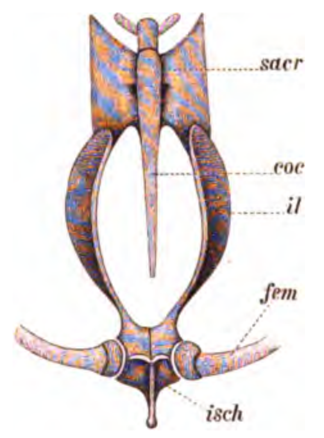



**Fig. 397.** Becken von Pipa, von unten gesehen. *sacr* Kreuzbein. *coc* Steissbein. *il* Darmbein. *isch* Sitzbein. *fem* Oberschenkelbein.

Bei den schwanzlosen Batrachiern (Fig. 397) hat das Becken die Besonderheit, dass die am vorletzten Wirbel angehefteten Darmbeine (*il*) sehr lang nach hinten gestreckt sind und die untereinander verschmolzenen Sitzbeine (*isch*) eine senkrecht stehende Scheibe bilden, welche beiderseits die Gelenkpfanne trägt. Von Schoosbeinen findet sich auch nicht einmal eine Andeutung mehr vor.

dd) Beckengürtel der Fische.

Wie überhaupt die Gliedmassen der Fische d. h. die Flossen kaum noch eine Aehnlichkeit mit denen der höheren Wirbelthiere besitzen und der letzteren zu Grunde gelegte Bauplan sich gänzlich zu verlieren scheint, — so machen auch die Träger derselben — Flossenträger — kaum einen Vergleich mit denen der höheren Thiere möglich. Die Träger der unpaaren Flossen (Fig. 380 *pd pc pa*) entbehren auch aller Aehnlichkeit. Sie werden theils von den oberen oder unteren Dornfortsätzen (Schwanzflosse) geliefert, theils sind es diesen ähnliche und ihnen aufsitzende Knochentheile (Rücken- und Afterflosse). Nur die Träger der paarigen Flossen lassen noch einigen Vergleich mit den Gliedmassengürteln der höheren Thiere zu, der Träger der Brustflossen mit dem Schultergürtel, der der Bauchflossen mit dem Beckengürtel.

Der Beckengürtel d. h. Träger der Bauchflossen ist bei den Rochen ein nach oben offener Ring, der durch Bandmasse an die Wirbelsäule geheftet ist, ventral aber keine mediane Trennung besitzt und bei dem seitlich da, wo bei den höheren Thieren die Gelenkpfanne sich zu befinden pflegt, die Bauchflosse aufsitzt und an gleicher Stelle noch einen langen, vorwärts in eine Spitze auslaufenden Fortsatz trägt, der an die

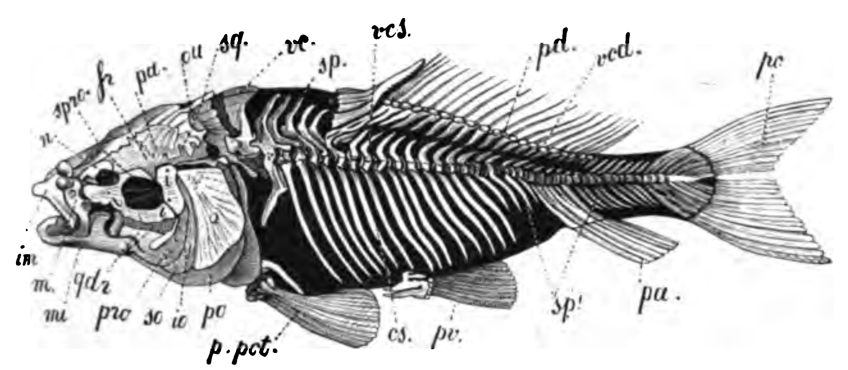



**Fig. 398.** Skelet von Cyprinus Carpio. Kopf. *o* Os occipitis. *pa* Os parietale. *fr* Os frontale. *n* Os nasale. *m* Os maxillare superius. *mi* Os maxillare inferius. *im* Os intermaxillare. *qdr* Os quadratum. *spro* Ossa supraorbitalia. *i* Ossa infraorbitalia. *sq* Os squamosum. *o* Operculum. *pro* Praeoperculum. *io* Interoperculum. *so* Suboperculum, oft mit dem vorhergehenden zu einem Stück verschmolzen. *po* Postoperculum. Rumpf. *vc* Die zwei ersten verschmolzenen Wirbel. *vcs* Rippentragende Wirbel. *vcd* Caudalwirbel. *sp* Process. spinosi und obere Wirbelbogen. *sp'* Untere Wirbelbogen und Process. spinosi inf. — Gliedmassen. *p.pct* Brustflossen (*Pinnae pectorales*). *pv* Bauchflossen (*Pinnae ventrales*). *pc* Schwanzflosse (*Pinna caudalis*). *pd* Rückenflosse (*Pinna dorsalis*). *pa* Afterflosse (*Pinna analis*).

nach vorn gerichteten Schoosbeine der Krokodile erinnert. Bei den Knochenfischen (Fig. 398 *pv*) ist er rudimentärer, aus zwei platten, horizontal liegenden, mit meistens doppelten Zacken nach vorn sehenden Knochen bestehend, die lose mit einander verbunden sind und auch lose in den Weichtheilen der Bauchwand stecken. Daher auch ihre Lage so veränderlich ist

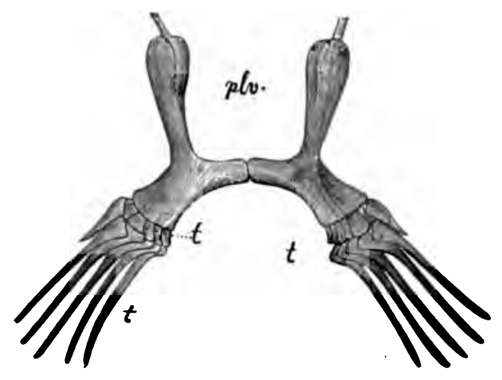



**Fig. 399.** Träger der Bauchflossen (Becken) vom Lophius. *plv* Beckengürtel. *t* Bauchflosse.

und oft vor die Brustflossen sich vorschiebt. Bei manchen ist er indess vollkommener entwickelt, indem er, wie bei Lophius, wieder einen dorsalwärts offenen Ring bildet (Fig. 399), dessen beide Seitenhälften ventralwärts Schoosfugen ähnlich mit einander in Verbindung stehen.

b) *Schultergürtel der Wirbelthiere.*

aa) Der Säugethiere.

Er ist dem Beckengürtel ähnlich gebildet (Fig. 400) und besteht da, wo er vollkommen entwickelt ist, gleich jenem aus zwei Seitenhälften und

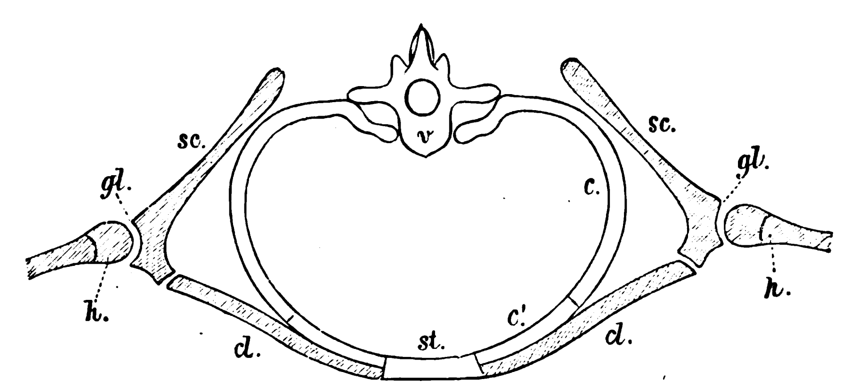



**Fig. 400.** Schema des Schultergürtels. *v* Wirbelsäule. *c* Rippe. *c'* Rippenknorpel. *st* Sternum. *sc* Scapula. *gl* Hüftpfanne für den Kopf des Os humeri (*h*) vom Schulterblatt allein getragen. *cl* Clavicula.

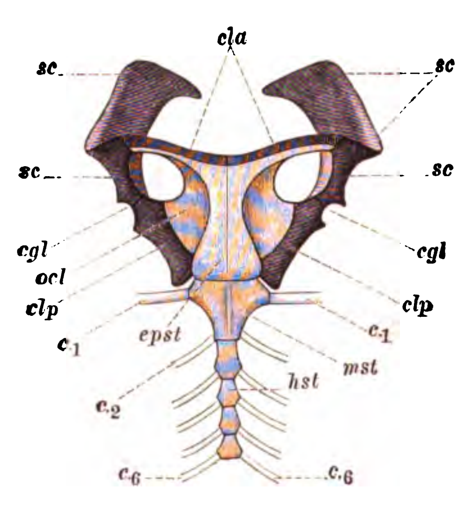



**Fig. 401.** Brustbein und Schultergürtel vom Schnabelthier (*Ornithorhynchus*). *epst* Episternum. *mst* Mesosternum. *hst* Hyposternum. *c.1* Costa prima vom Mesosternum getragen. *c.2* Zweite Rippe. *c.6* Sechste Rippe, vom hintern Glied des Hyposternum getragen, Schultergürtel. *sc* Scapula. *cgl* Gelenkpfanne (*Car. glenoidal.*). *cla* Vorderes Schlüsselbein (*Clavicula anterior*). *clp* Hinteres Schlüsselbein (*Clar. posterior*). *sc* Os coracoideum. *ocl* Ausfüllungshaut.

diese wieder jederseits aus drei Stücken, welche, wenn auch nicht wie dort in der Gelenkpfanne, so doch in deren Nähe zusammenstossen. Die jede Seitenhälfte zusammensetzenden Knochen sind 1) das Schulterblatt (*Scapula* [*sc*]), welches, gleich dem Darmbein, von platter Gestalt ist und dorsalwärts, hinter der Pfanne liegt und 2) zwei Schlüsselbeine (*cl*), ein vorderes (*Clavicula s. clavicula anterior* [Fig. 401 *cla*]) und ein hinteres (*Clavicula posterior s. os coracoideum* [*clp*]), welche dem Schooss- und Sitzbein (Fig. 381) vergleichbar sind. Allein das hintere der beiden Schlüsselbeine (*clp*) kommt in der Regel bei den meisten Säugethieren, wie auch beim Menschen in Wegfall, so dass die Schultergürtel jederseits nur aus zwei Stücken, aus dem Schulterblatt und einem einfachen Schlüsselbein, besteht. Häufig fällt aber auch noch dieses

hinweg, in Folge dessen der Schultergürtel dann nur aus dem Schulterblatte besteht (Fig. 402).

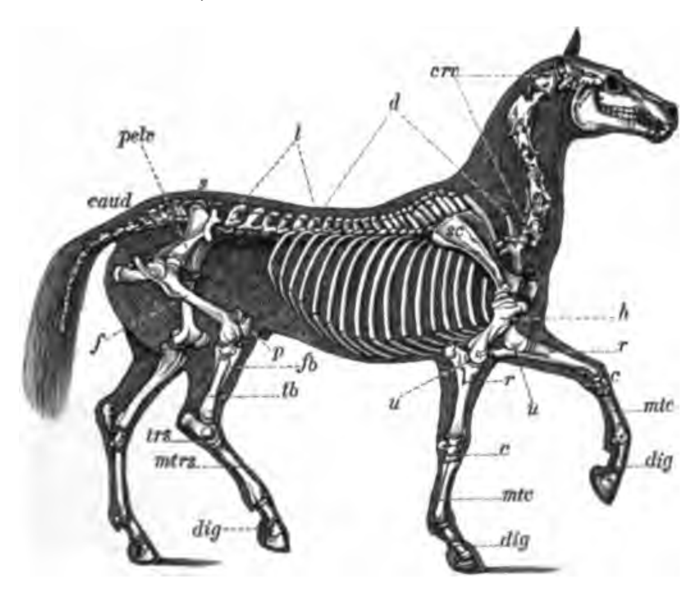



**Fig. 402.** Skelet vom **Pferd** (*Equus caballus*). **Kopf.** *cr* Hirntheil oder Schädel des Kopfes (*Cranium*). *f* Antlitztheil des Kopfes. **Rumpf.** *crv* Halswirbel (7). *d* Rückenwirbel (*Vertebrae dorsales*, 18). *l* Lendenwirbel (*Vertebrae lumbales*, 6). *s* Kreuzwirbel (5), zum Kreuzbein verbunden. *caud* Schwanzwirbel (*Vertebrae caudales*, 16 — 18). *c* Wahre Rippen (*Costae verae*), die 8 vorderen. *c'* Falsche Rippen (*Costae spuriae*), die 10 hinteren. *cc* Rippenknorpel (*Cartilag. cost.*). **Vordere Gliedmassen** (*Extremitates ant.*). *sc* Schulterblatt (*Scapula*). *h* Oberarmbein (*Os humeri*). *r* Speiche (*Radius*). *u* Ellenbogenbein (*Ulna*). *ol* Olecranon. *c* Handwurzel (*Carpus*). *am* Handgelenk (*Articulatio manus*) (Vorderknie). *mtc* Mittelhand (*Metacarpus*). *mtc'* Griffelbeine (verkümmerte Metacarpalknochen). *dig* Finger (*Digitus*), aus 3 Gliedern zusammengesetzt. Das erste Glied heisst **Fesselbein**, das zweite **Kronbein**, das dritte **Hufbein**. *sm* **Sesambein** (*Os sesamoideum*), unter dem ersten Fingergelenk, gewöhnlich **Gleichbein** genannt. **Hintere Gliedmassen** (*Extremitates posteriores*). *pelv* Becken (*Pelvis*). *f* Oberschenkelbein (*Os femoris*) oder **Backenbein**. *p* Kniescheibe (*Patella*). *tb* Grosses Unterschenkelbein, **Schienbein** (*Tibia*). *fb* Kleines Unterschenkelbein, **Wadenbein** (*Fibula*) oder **Dorn**. *ap* Fussgelenk (*Articulatio pedis*), auch Sprunggelenk genannt. *trs* Fusswurzel (*Tarsus*). *cal* Die Ferse, gewöhnlich **Hinterknie** genannt. *mtrs* Mittelfuss (*Metatarsus*), aus **einem** Hauptknochen (dem sog. **hinteren Schienbein**) und **zwei** verkümmerten Mittelfussknochen beiderseits des ersteren, den sog. **Griffelbeinen** (*mtrs*) bestehend. *dig* Zehe (*Digitus*), deren erstes Glied, wie am Vorderfuss, **Fesselbein**, das zweite **Kronbein** und das Endglied **Hufbein** heisst. *sm* Sesambein (*Os sesamoideum*) oder das **Gleichbein**.

Wegen der viel ausgedehnteren Bewegung, welche der Oberarm in der Richtung vor- und rückwärts, gegenüber dem Oberschenkel, auszuführen hat, ist das Schulterblatt nicht, wie das Darmbein, fest mit der Wirbelsäule verbunden, sondern lose, beweglich und verschiebbar an die Aussenseite des Thorax angelegt (Fig. 400). Es wird nur durch Muskeln festgestellt, wenn es unbeweglich sein soll; sind ihm aber auch wieder sehr ergiebige Veränderungen seiner Lage und Stellung gestattet, wenn die Bewegungen des Oberarms solche erforderlich machen. Das Schulterblatt, — und darin unterscheidet es sich vom Darmbein, — trägt nicht, wie dieses, einen Theil, sondern die ganze Gelenkpfanne.

Die **Schlüsselbeine** sind Strebepfeiler (Fig. 400 *cl*), welche Einwirkungen durch Muskelzug von der Brust her Widerstand zu leisten haben.

Daher sie sich bei all' denjenigen Säugethieren vorfinden, die mit ihren vorderen Gliedmassen Bewegungen gegen die Brust ausführen, wie dies der Fall ist beim Graben, beim Eingreifen und Umfassen von anderen Gegenständen u. s. w. Bei den meisten Säugethieren wird dieser Aufgabe schon Genüge geleistet durch ein einfaches Schlüsselbein. Wo hingegen der von der Brust her auf den Oberarm wirkende Muskelzug sehr sich steigert, wie dies namentlich bei Thieren der Fall ist, die zum Graben in der Erde (Talpa u. a.) oder zur Vermittlung von Flugbewegungen (Chiropteren) eine sehr viel kräftigere Brustmuskulatur besitzen, erhält das Schlüsselbein eine kräftigere, gedrungene Gestalt (Fig. 403) oder es tritt zur Verstärkung

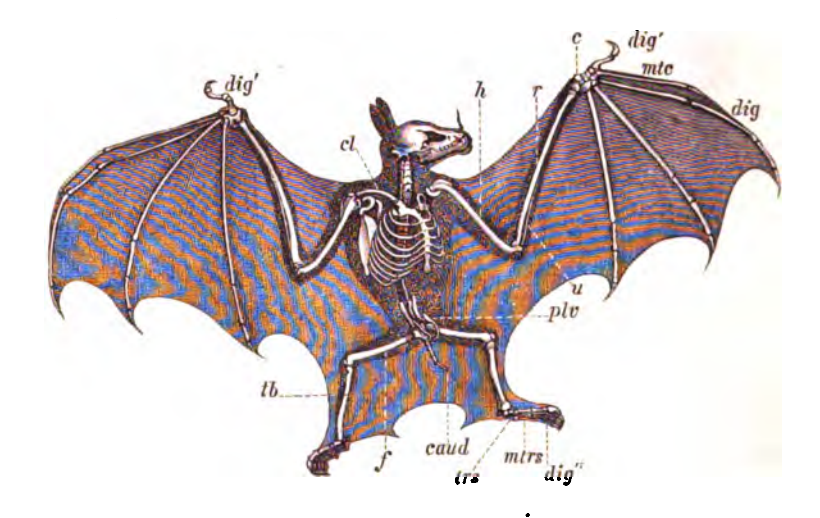



Fig. 403. Skelet einer Fledermaus (Blattnase, *Phyllostoma hastatum*), nach D'Alton. *cl* Schlüsselbein (*Clavicula*). *h* Os humeri. *r* Radius. *u* Ulna. *c* Carpus. *mtc* Metacarpus. *dig* Finger. *dig'* Daumen, einen Krallennagel tragend. *plv* Becken (*Pelvis*), an der Stelle der Schoosfuge offen. *f* Os femoris. *tb* Tibia. *trs* Tarsus. *mtrs* Metatarsus. *dig''* Zehen. *caud* Schwanz (*Cauda*).

noch ein zweites ergänzendes Schlüsselbein hinzu [1]), wie dies namentlich bei den Monotremen (Fig. 404 *cla clp*) beobachtet wird. Der Schultergürtel gewinnt dann auch eine grössere Aehnlichkeit mit dem Beckengürtel. Führen aber die vorderen Gliedmassen einwärts, gegen die Brust, gar keine oder nur sehr schwache Bewegungen aus, wie dies besonders bei allen schnellläufigen Thieren (Wiederkäuern, Einhufern, Carnivoren, manchen Nagern, z. B. Lepus) der Fall ist, bei welchen die Hauptbewegung des Oberarms in der Richtung von vorn nach hinten und umgekehrt zu erfolgen pflegt. —

---

[1]) Welches dieser beiden Schlüsselbeine dem einfachen entspreche, darüber finden sich weiter unten bei den Vögeln nähere Angaben.

so fällt auch noch das einfache Schlüsselbein weg, da das Bedürfniss eines das Schultergelenk von der Brust entfernt haltenden Strebepfeilers nicht mehr vorhanden ist. Der Schultergürtel besteht in diesen Fällen jederseits nur noch aus dem Schulterblatt.

Bei manchen Thieren, wie Felis, Lepus u. a., findet sich noch ein Rudiment eines Schlüsselbeines vor, das zwischen den Ursprüngen derjenigen Muskeln eingebettet ist, die am entwickelten Schlüsselbein zu entspringen pflegen.

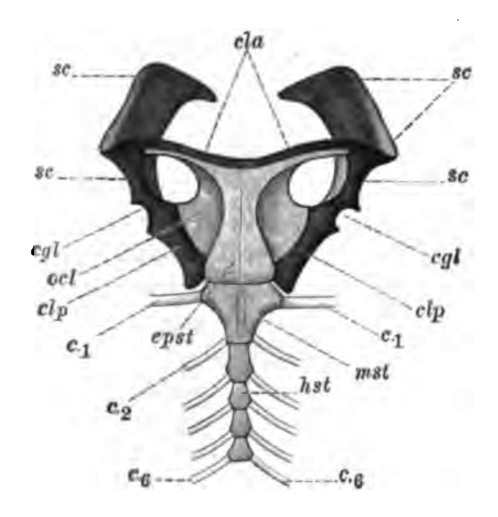



Fig. 404. Brustbein und Schultergürtel vom Schnabelthier (*Ornithorhynchus*). *epst* Episternum. *mst* Mesosternum. *hst* Hyposternum. *c.1* Costa prima, vom Mesosternum getragen. *c.2* Zweite Rippe. *c.6* Sechste Rippe, vom hintern Glied des Hyposternum getragen. Schultergürtel. *sc* Scapula. *cgl* Gelenkpfanne (*Cav. glenoidal.*). *cla* Vorderes Schlüsselbein (*Clavicula anterior*). *clp* Hinteres Schlüsselbein (*Clav. posterior*). *sc* Os coracoideum. *ocl* Ausfüllungshaut.

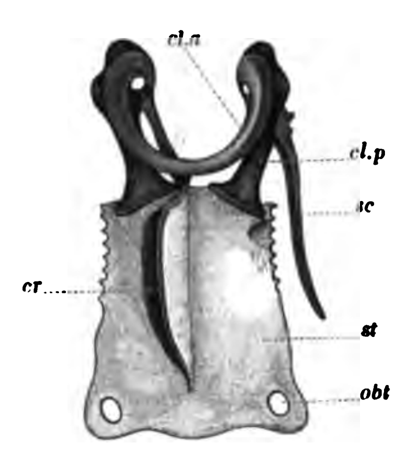



Fig. 405. Brustbein und Schultergürtel vom Steinadler (*Falco fulvus*). *sc* Scapula. *cl.a* Clavicula anterior s. Furcula. *cl.p* Clavic. poster. *st* Sternum. *cr* Crista sterni. *obt* Foram. obturatorium.

bb) Schultergürtel der Vögel.

Er stellt, wie bei den Säugethieren, einen dorsalwärts offenen Ring (Fig. 405) dar, dessen Seitenhälften aus den drei typischen Gliedern gebildet werden. Er ist der Träger der Flügel, zu welchen die vorderen Gliedmassen umgewandelt sind. Da die Brustmuskulatur für die Bewegung der Flügel so ausserordentlich mächtig und dadurch der Muskelzug auf die Schulter ganz gewaltig gesteigert ist, so besteht auch ganz allgemein der Schultergürtel aus einem Schulterblatt und zwei kräftigen Schlüsselbeinen, einem vorderen und hinteren (Fig. 406).

Das Schulterblatt (*sc*) ist hier indess nicht ein breiter platter, sondern sehr schmaler, langer, säbelförmig gekrümmter Knochen (*sc*), der hinten am Rücken, der Wirbelsäule gleichlaufend, liegt und an seinem

vorderen Ende, wo er mit dem hinteren Schlüsselbein sich verbindet, mit diesem die Gelenkpfanne (*gl*) für den Kopf des Oberarmbeins trägt.

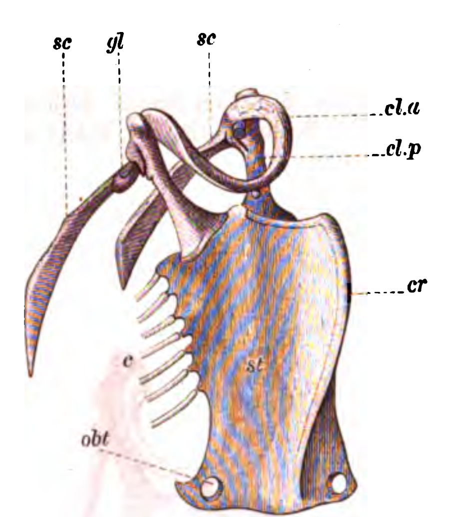



**Fig. 406.** Brustbein und Schultergürtel von Falco ossifragus. *sc* Scapula. *cl.a* Gabelknochen (*Furcula*). *cl.p* Hinteres Schlüsselbein (*Clav. post. s. Os coracoideum*). *st* Sternum. *cr* Crista sterni. *obt* Foram. obturator. *c* Costae.

Das vordere Schlüsselbein (*cl.a*) zeigt die Eigenthümlichkeit, dass dasselbe, statt beweglich, wie bei den Säugethieren, mit dem Brustbein verbunden zu sein, an seinem sternalen Ende mit dem anderseitigen verwachsen ist und dadurch den s. g. Gabelknochen (*Furcula*) bildet, für welchen unter den Säugethieren nur bei den Monotremen eine ähnliche Anordnung sich findet (Fig. 404 *cla*). An der Vereinigungsstelle beider Schlüsselbeine trägt der Gabelknochen oft einen rückwärts gerichteten unpaaren Fortsatz (Hühner, manche Sumpfvögel und Singvögel), welcher entweder durch ein Band oder unmittelbar mit dem Brustbeinkamm in Verbindung steht. Das hintere Schlüsselbein (*Clavicula posterior s. Os coracoideum*) ist ein kräftiger, am sternalen Ende meistens etwas breiter Knochen, der mit dem vorderen Rande des Brustbeins verbunden ist (*cl.p*).

Die beiden Schlüsselbeine geben eine sehr kräftige Stütze für das Schultergelenk ab und steht ihre Stärke und Entwicklung mit der Stärke der Brust- und Flügelmuskulatur in gradem Verhältnisse. Wo die letztere schwächer wird, bilden auch sie sich zurück und kann schliesslich eines von beiden sogar ganz wegfallen, so dass der Schultergürtel, wie bei den Säugethieren, jederseits nur ein Schlüsselbein hat. Allein eigenthümlich bleibt hierbei, dass nicht das hintere, wie bei den Säugethieren, sondern das vordere die Rückbildung erleidet. So haben die Brevipennen, welche Laufvögel mit verkümmerten Flügeln sind, jederseits nur ein Schlüsselbein, welches das mit dem Schulterblatte verwachsene hintere Schlüsselbein (*Os coracoideum*) ist, während die vorderen Schlüsselbeine einer allmähligen Rückbildung anheimfallen und nicht mehr zu einem Gabelknochen mit einander verbunden sind. Beim afrikanischen Strauss (Fig. 407 *cl.a*) stützt sich ihr sternales Ende auf das hintere Schlüsselbein. Das Gleiche zeigt auch Rhea americana (Fig. 408 *cl.a*). Beim Neuholländischen Casuar (Fig. 409 *cl.a*), wo die Rückbildung noch weiter vorge-

schritten ist, steht ihr sternales Ende frei, und bei Casuarius galeatus (Fig. 410 *cl.a*) stellt sie endlich nur noch einen Fortsatz des Schulterblattes vor.

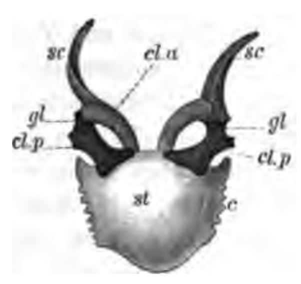



Fig. 407. Brustbein und Schultergürtel vom zweizehigen oder afrikanischen Strauss (*Struthio camelus*). *st* Sternum. *c* Insertion der Rippen. *sc* Scapula. *cl.p* Clav. posterior. *cl.a* Clavicula ant. *gl* Gelenkpfanne für den Humerus.

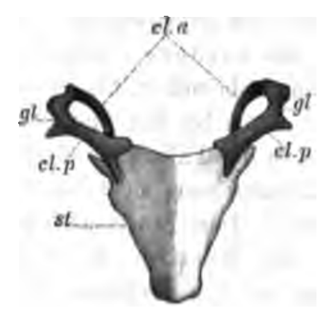



Fig. 408. Brustbein und Schlüsselbein vom 3zehigen oder amerikanischen Strauss (Rhea americana). *st* Sternum. *cl.p* Clavicula posterior, Gelenkpfanne. *cl.a* Clavicula anterior.




Fig. 409. Brustbein des Neuholländ. Casuar (*Rhea novae Hollandiae*). *st* Sternum. *st'* Vorderer seitlicher Fortsatz. *sc* Scapula. *cl.p* Clavicula posterior. *cl.a* Clavicula anterior. *gl* Gelenkpfanne.

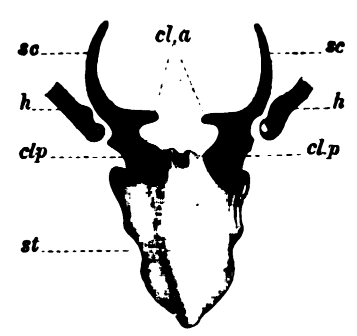



Fig. 410. Brustbein und Schultergürtel von Casuarius galeatus. *st* Sternum. *sc* Scapula. *h* Humerus. *clp* Clavicula posterior. *cl.a* Clavicula anterior.

Welches der beiden Schlüsselbeine, wenn eines fehlt, in Wegfall gekommen sei, d. h. welches der beiden, wie sie die Monotremen und Vögel haben, dem einfachen der Säugethiere und des Menschen entspreche, darüber sind die Ansichten der Zootomen sehr getheilt. Cuvier hielt das hintere für das bleibende und das vordere für einen dem Menschen fremden Knochen. Blumenbach schloss sich ihm an. Meckel dagegen sah das vordere als das bleibende und das hintere als das in Wegfall kommende an, und Retzius nannte es *Os coracoideum*, weil er den Processus coracoideus des Schulterblattes als Ueberrest desselben beim Menschen betrachtete. R. Wagner, Stannius und die meisten jüngeren Zootomen schlossen sich dieser Ansicht an, so dass jetzt ganz allgemein das hintere Schlüsselbein als Os coracoideum bezeichnet wird. Erst in jüngster Zeit fand die Ansicht Cuvier's wieder einige warme Vertheidiger und zwar

in Mäcklin u. Bonnsdorf, und halte auch ich die Ansicht der Letzteren für die richtigere. Nirgends ist die allmählige Rückbildung eines der beiden Schlüsselbeine bis zum endlichen Schwinden desselben schöner zu beobachten, als bei den Brevipennen, und hiernach kann es keinem Zweifel unterliegen, dass das vordere Schlüsselbein es ist, das der Rückbildung und Verkümmerung anheimfällt, bis es endlich in einen Fortsatz des Schulterblattes aufgeht. Auch bei den Amphibien, die meistens doppelte Schlüsselbeine haben, ist es in den Fällen, wo eines von beiden verkümmert und schwindet (Krokodil, Chamaeleon) nicht das hintere, sondern das vordere, welches in Wegfall kommt. Der Processus coracoideus des Schulterblattes der Säugethiere und des Menschen ist, wenn irgend eine Berechtigung vorliegt, ihn mit einem der Schlüsselbeine in Beziehung zu bringen, nach obigem Verhalten bei Brevipennen entschieden nicht ein Ueberrest des hinteren, sondern vielmehr des eingegangenen vorderen Schlüsselbeins und die von Retzius eingeführte und allgemein angenommene Bezeichnung des hinteren Schlüsselbeins als Os coracoideum ist hiernach durchaus ungerechtfertigt. Daher liess ich diese Bezeichnung auch fallen und nahm dafür die indifferentere Bezeichnung Clavicula posterior auf.

### cc) Schultergürtel der Amphibien.

#### *aa*) Der beschuppten Amphibien.

Bei den Sauriern (Fig. 411) wird der Schultergürtel jederseits vom Schulterblatt (*sc*) — das oft in zwei Stücke zerfällt, wovon das obere dorsale Os suprascapulare — bisweilen knorpelig ist — und von zwei Schlüsselbeinen gebildet. Von letzteren ist das vordere (*cl.a*), wie bei den Monotremen, dünn und schmal und an das Episternum sich anlegend, während das hintere (*cl.p*) breit ist und in mehrere Zacken auszugehen pflegt, von welchen die hintere an den vorderen Rand des Mesosternum sich befestigt, die übrigen aber auf jeder Seite in eine knorpelige Platte sich fortsetzen, die an das Episternum sich anlegt. Die Gelenkpfanne (*gl*) wird nur vom Schulterblatt und dem hinteren Schlüsselbein gebildet, da das vordere mit seinem Schulterende weiter rückwärts bis zum Suprascapulare sich erstreckt.

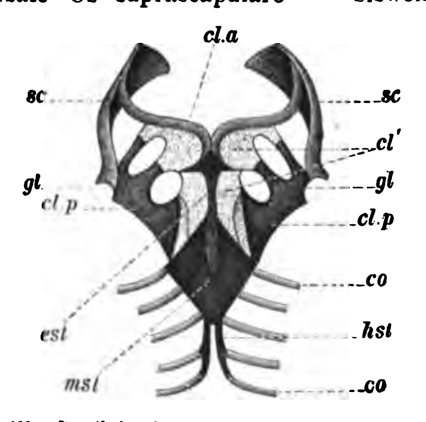



**Fig. 411.** Brustbein eines Sauriers (*Podinema Teguixin*). *mst* Mesosternum, eine rhomboidale Platte darstellend. *est* Episternum. *hst* Hyposternum. *co* Rippen. *sc* Scapula. *cl.a* Vorderes Schlüsselbein (*Clavicula anterior*). *cl.p* Hinteres Schlüsselbein (*Clavicula post. s. Os coracoideum*). *cl'* Knorpelige und häutige Ausfüllungen. *gl* Gelenkpfanne zur Aufnahme des Gelenkkopfes des Oberarmbeins.

Den Krokodilen (Fig. 412 *cl.p*) und unter den Sauriern dem Chamaeleon (Fig. 363) fehlen die vorderen Schlüsselbeine. Dafür haben sie aber auch um so kräftigere, nach dem Brustbein hin sich verbreiternde hintere Schlüsselbeine.

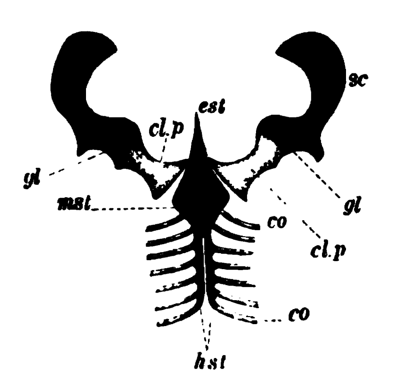



Fig. 412. Brustbein und Schultergürtel vom Krokodil. *sc* Scapula. *cl.p* Hinteres Schlüsselbein (*Os coracoid.*). *gl* Gelenkpfanne für den Kopf des Humerus. *est* Episternum. *mst* Mesosternum. *hst* Hyposternum. *co* Rippen.

Bei den Cheloniern (Fig. 413) besteht der Schultergürtel jederseits aus einem schmalen, an die Wirbelsäule gehefteten Schulterblatte (*sc*) und zwei Schlüsselbeinen, einem vorderen und hinteren (*cl.a*, *cl.p*), von denen das erstere mit dem Schulterblatte zu einem Knochen verwachsen ist und bei den Seeschildkröten an eine Platte des Bauchschildes sich stützt. Die Gelenkpfanne liegt, wie sonst nur beim Beckengürtel, an der Stelle, wo die drei Knochen des Schultergürtels zusammenstossen.

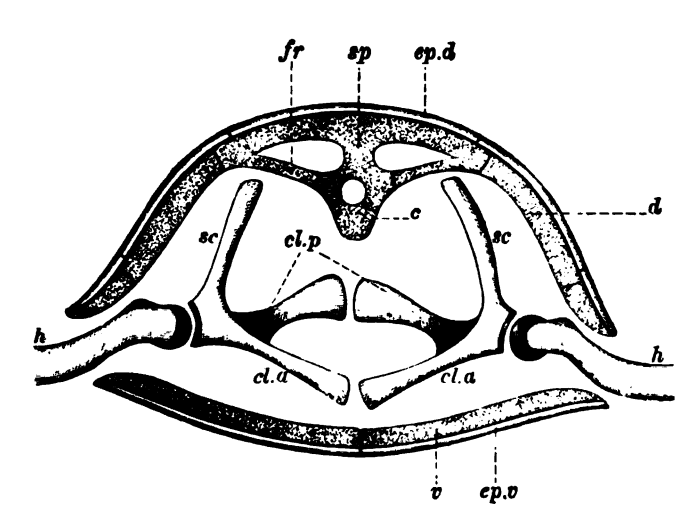



Fig. 413. Inneres und Hautskelet einer Schildkröte (*Testudo*), halbschematisch im Querdurchschnitt dargestellt. *d* Rückenschild. *ep.d* Hornplatten. *v* Bauchschild, Hornplatten desselben. *c* Wirbelsäule im Querdurchschnitte. *sp* Process. spinosus. *tr* (statt *fr*) Process. transversus. Jener ist mit den mittleren Bauchplatten, dieser mit den seitlichen Bauchplatten des Hautskelets verwachsen. (Die Trennung der mittleren Platte von der seitlichen ist im Holzschnitt irrthümlich nach aussen von der Vereinigung der Querfortsätze mit dem Hautskelet angelegt; sie sollte einwärts von dieser Vereinigungsstelle sich befinden, da die Querfortsätze mit den seitlichen Bauchplatten des Rückschildes und nicht mit den mittleren sich verbinden.) *sc* Schulterblatt (*Scapula*). *cla* Vorderes Schlüsselbein. *clp* Hinteres Schlüsselbein. *h* Oberarmbein (*Os humeri*).

Bei den Schlangen, denen die vorderen Gliedmassen ganz abgehen, fehlt auch der Schultergürtel.

ββ) **Der nackten Amphibien.**

Das Besondere bei diesen besteht darin, dass 1) das Schulterblatt meistens in zwei, oft winklig unter einander zusammenstossende Stücke, ein unteres knöchernes und oberes, auf dem Rücken liegendes, meistens nur knorpeliges zerfällt; 2) dass der Schultergürtel ventralwärts sich meistens nicht vollständig schliesst, indem die beiderseitigen Schlüsselbeine, ohne Dazwischenkunft eines eigentlichen Stützknochens, entweder nur lose aneinanderstossen oder selbst etwas über einander sich schieben (Perennibranchiaten, Salamandrinen). Nur bei den schwanzlosen Batrachiern ist der Schluss ein vollständigerer, indem die jederseits doppelten Schlüsselbeine, ein vorderes und hinteres, entweder unmittelbar in feste Verbindung mit einander treten (Fig. 414) oder durch Dazwischenkunft eines Brustbeins fester vereinigt werden (Fig. 415 u. 416).

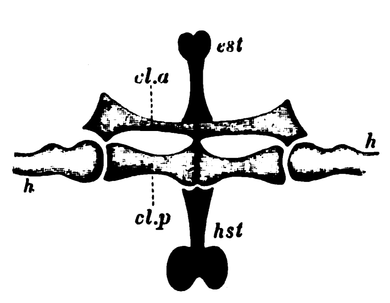


**Fig. 414.** Brustboin und Schultergürtel von Rana esculenta. *h* Humerus. *cl.a* Vorderes Schlüsselbein (*Clav. ant.*). *cl.p* Hinteres Schlüsselbein (*Clav. post. s. Os corac.*). *est* Episternum. *hst* Hyposternum.

dd) Schultergürtel der Fische.

Nicht alle Fische besitzen einen solchen. Gleich wie auch bei den höheren Wirbelthieren der Gliedmassenträger fehlt, — wo die zugehörige Gliedmasse mangelt, — so vermisst man ihn auch da, wo die zugehörige Flosse fehlt (Septocardier). Bei den Fischen indess, die einen Brustgürtel besitzen und das sind die bei weitem meisten, — da stellt er, dem allgemeinen Plan entsprechend, auch einen dorsalwärts offenen Ring

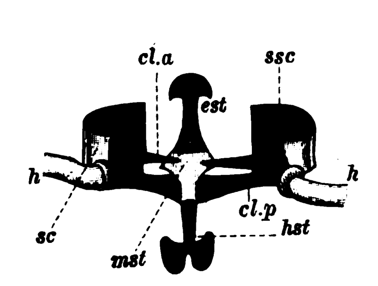


**Fig. 415.** Brustbein und Schultergürtel von Rana temporaria. *ssc* Suprascapulare. *sc* Scapulare. *h* Humerus. *cl.a* Clav. ant. *cl.p* Clavicul. post. *est* Episternum. *mst* Mesosternum. *hst* Hyposternum.

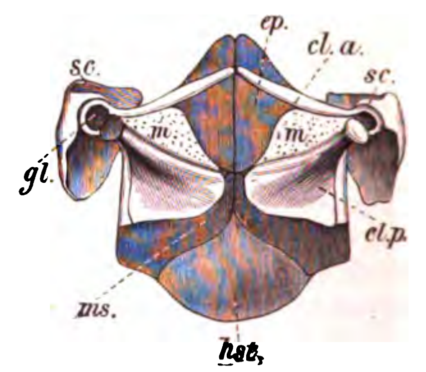


**Fig. 416.** Brustbein von Pipa. *ep* Episternum. *ms* Mesosternum. *hst* Hyposternum. *sc* Scapula. *cl.a* Clavicula anterior. *cl.p* Clavicula posterior (*Os coracoideum*). *m* Häutig verschlossene Lücke. *gl* Gelenkpfanne für den Kopf des Oberarmbeins, vom Schulterblatt und Schlüsselbein gebildet.

dar, der entweder ungegliedert ist, oder in zwei ventral mit einander verbundene Seitenhälften zerfällt, oder diese sind noch weiter in einzelne, meistens drei Stücke, bisweilen auch mehr gesondert. Bei den Rochen ist er mit seinem dorsalen Ende hinter dem Schädel an die Wirbelsäule geheftet, bei den Squaliden dagegen steckt er lose im Muskelfleisch, und bei den Knochenfischen sitzt er mit Zacken am Schädel an. Er besteht bei den Selachiern aus zwei Bogenhälften, welche bei den Rochen ventralwärts mit einander verwachsen sind und auch sonst keine




**Fig. 417.** **Brustflosse vom Karpfen** (*Cyprinus Carpio*). *a* Clavicula. *b* Scapula. *c* Suprascapulare. *d e f* Basalstücke, von denen *d* dem Humerus, *e* u. *f* dem Radius und der Ulna verglichen werden. *g* längliche kleine Knochenstücke, welche das secundäre Skelet der Flosse (*h*) tragen und Ueberreste des primären Stützapparates der Flosse sind.

weitere Gliederung zeigen. Wo der dorsale, der Scapula entsprechende Theil in den ventralen, mit der Clavicula vergleichbaren übergeht, sitzt aussen die Brustflosse auf, welche noch durch einen, von hier nach hinten sehenden langen Fortsatz gestützt wird. Bei den Knochenfischen sind die beiden Seitenhälften oder Bogenschenkel an ihrem ventralen Ende entweder durch Bandmasse oder durch Naht mit einander verbunden. Jede Seitenhälfte des Gürtels wird von meistens drei Stücken zusammengesetzt (Fig. 417), wovon das dorsale (*c*) dem Suprascapulare, das mittlere (*b*) der Scapula, und das unterste (*a*) der Clavicula verglichen wird. Unter der Vereinigungsstelle der beiderseitigen ventralen Enden sitzt die Brustflosse (*h*) auf. Bei Lophius (Fig. 418) sind die bei-

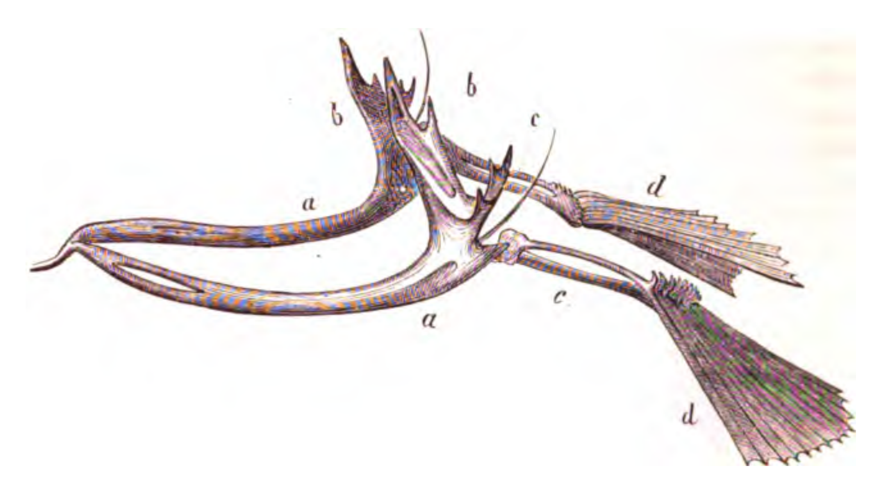



**Fig. 418.** Schultergürtel und Brustflosse von Lophius. *a* Clavicula. *b* Scapula. *c* Zwei, dem Radius und der Ulna ähnliche lange Knochen, welche die Flossen (*d*) tragen und Ueberreste der reducirten primären Flossenradien sind.

den Seitenhälften ungegliedert, der Gürtel und die längliche Brustflosse sitzen rückwärts an dem Winkel an, welchen das aufwärts zackige dorsale Ende (Scapula) mit dem horizontal liegenden ventralen (Clavicula) bildet.

c) *Skelet der eigentlichen Gliedmassen.*

aa) Der Säugethiere.

Mit Ausnahme der Cetaceen (Fig. 419), die nur zwei vordere Gliedmassen haben, besitzen sämmtliche übrige Säugethiere deren vier, und

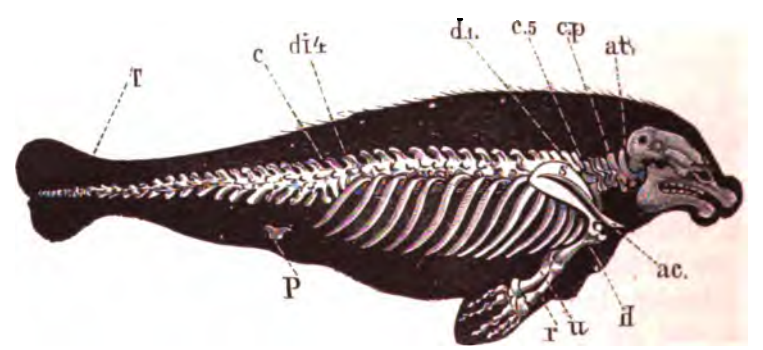



**Fig. 419.** Skelet von Manatus australis. *at* Atlas. *cp* Zweiter Halswirbel. *c.6* (statt *c.5*) Sechster Halswirbel. *d.1* Erster Dorsalwirbel (im Holzschnitt ist fälschlich auf den zweiten Dorsalwirbel hingewiesen). *d.14* Letzter (14.) Dorsalwirbel. *l—c* Lumbocaudalwirbel (im Holzschnitt sind *l—c* unverbunden und verkehrt dargestellt). *P* Rudimentäres Becken. *s* Schulterblatt (*Scapula*). *ac* Acromion. *h* (statt *d*) Oberarm. *u* Ulna. *r* Radius.

sind dieselben nach dem gleichen Plane, wie die menschlichen, angelegt. Sie haben mit letzteren dieselbe Gliederung in der Längsrichtung gemeinsam, und wenn ihre Gliederung in die Quere der menschlichen in

vielen Fällen auch ähnlich ist, so sind es doch die mannigfaltigen Abänderungen und Abweichungen, welche die Gliedmassen der Säugethiere gerade in Beziehung dieser Gliederung zeigen, durch welche sie sich sowohl untereinander als auch von den menschlichen sehr wesentlich unterscheiden: — Verschiedenheiten, welche durch die Verschiedenheit der Verhältnisse bedingt wurden, welchen der Gebrauch der Gliedmassen bei den verschiedenen Thieren sich anpassen musste.

*aa*) **Oberarm-** (*Os humeri*) **und Oberschenkelbein** (*Os femoris*).

Beide sind einander ähnlich gestaltet. Nur ist das Oberschenkelbein meistens von grösserer Länge (Fig. 420). Von geringerer Länge, von ge-

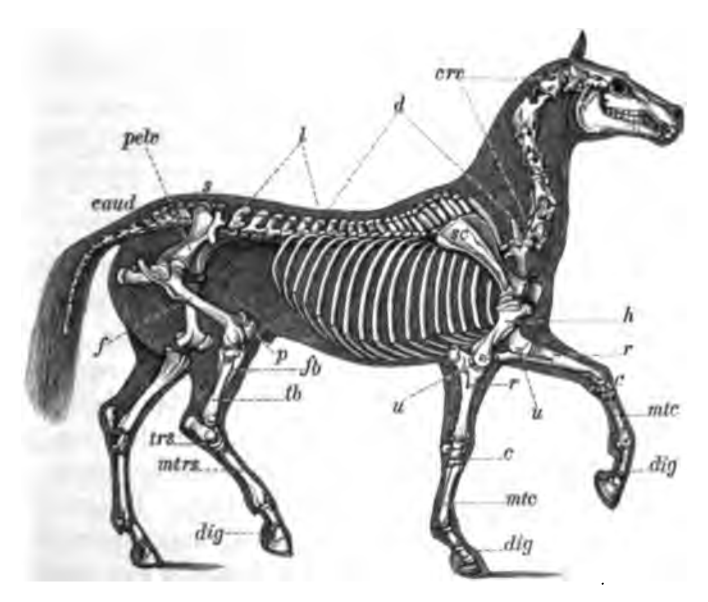



**Fig. 420.** Skelet vom **Pferd** (*Equus caballus*). **Kopf.** *cr* Hirntheil oder Schädel des Kopfes (*Cranium*). *f* Antlitztheil des Kopfes. **Rumpf.** *crv* Halswirbel (7). *d* Rückenwirbel (*Vertebrae dorsales*, 18). *l* Lendenwirbel (*Vertebrae lumbales*, 6). *s* Kreuzwirbel (5), zum Kreuzbein verbunden. *caud* Schwanzwirbel (*Vertebrae caudales*, 16 — 18). *c* Wahre Rippen (*Costae verae*), die 8 vorderen. *c'* Falsche Rippen (*Costae spuriae*), die 10 hinteren. *cc* Rippenknorpel (*Cartilag. cost.*). **Vordere Gliedmassen** (*Extremitates ant.*). *sc* Schulterblatt (*Scapula*). *h* Oberarmbein (*Os humeri*). *r* Speiche (*Radius*). *u* Ellenbogenbein (*Ulna*). *ol* Olecranon. *c* Handwurzel (*Carpus*). *am* Handgelenk (*Articulatio manus*) (Vorderknie). *mtc* Mittelhand (*Metacarpus*). *mtc'* Griffelbeine (verkümmerte Metacarpalknochen). *dig* Finger (*Digitus*), aus 3 Gliedern zusammengesetzt. Das erste Glied heisst **Fesselbein**, das zweite **Kronbein**, das dritte **Hufbein**. *sm* **Sesambein** (*Os sesamoideum*), unter dem ersten Fingergelenk, gewöhnlich **Gleichbein** genannt. **Hintere Gliedmassen** (*Extremitates posteriores*). *pelv* Becken (*Pelvis*). *f* Oberschenkelbein (*Os femoris*) oder **Backenbein.** *p* Kniescheibe (*Patella*). *tb* Grosses Unterschenkelbein, **Schienbein** (*Tibia*). *fb* Kleines Unterschenkelbein, **Wadenbein** (*Fibula*) oder **Dorn.** *ap* Fussgelenk (*Articulatio pedis*), auch Sprunggelenk genannt. *trs* Fusswurzel (*Tarsus*). *cal* Die Ferse, gewöhnlich **Hinterknie** genannt. *mtrs* Mittelfuss (*Metatarsus*), aus **einem** Hauptknochen (dem sog. **hinteren Schienbein**) und **zwei** verkümmerten Mittelfussknochen beiderseits des ersteren, den sog. **Griffelbeinen** (*mtrs*) bestehend. *dig* Zehe (*Digitus*), deren erstes Glied, wie am Vorderfuss, **Fesselbein**, das zweite **Kronbein** und das Endglied **Hufbein** heisst. *sm* Sesambein (*Os sesamoideum*) oder das **Gleichbein**.

drungener Gestalt und zum Theil mit starken Muskelfortsätzen versehen, sind sie, besonders das Oberarmbein, bei Thieren, die ihre Gliedmassen zu

Grab- oder Schwimmbewegungen gebrauchen (Talpa, Monotremen, [Fig. 421], Robben, Cetaceen u. a.). Bei manchen Säugethieren, wie manchen

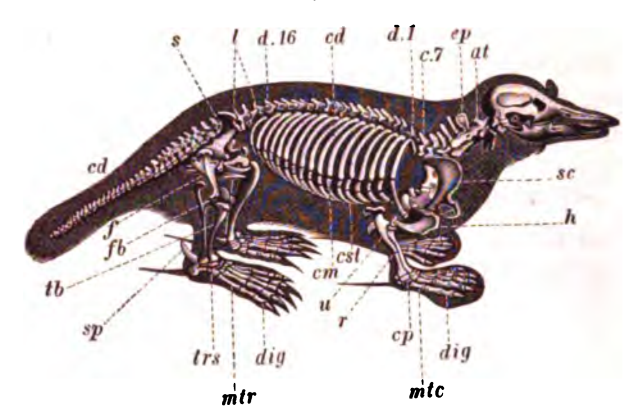



**Fig. 421.** Skelet vom Schnabelthier (*Ornithorhynchus paradoxus*). *at* Erster Halswirbel (*Atlas*). *ep* Zweiter Halswirbel (*Epistropheus*). *c.7* Siebenter Halswirbel. *d.1* Erster Dorsalwirbel. *d.16* Letzter Dorsalwirbel (16). *l* Lendenwirbel (3). *s* Sacralwirbel (2 + 1). *cd* Caudalwirbel (19). *cd* Costae vertebrales (16). *cm* costae medianae. *cst* Costae sternales. *sc* Scapula. *h* Humerus. *r* Radius. *u* Ulna. *cp* Carpus. *mtc* Metacarpus. *dig* Finger (*Digiti*), durch Schwimmhäute verbunden. *f* Oberschenkel (*Femur*). *tb* Tibia. *fb* Fibula. *sp* Sporn. *trs* Tarsus. *mtr* Metatarsus. *dig* Zehen (ohne Schwimmhäute).

Affen, namentlich einigen amerikanischen (Cebus u. a.), Halbaffen, manchen Nagern (Sciurus), Carnivoren (Felis), Beutlern, Monotremen u. a. findet sich über dem Epicondylus internus humeri ein schräg durchführender Canal (*Foramen s. canalis supracondyloideus*) zur Aufnahme der Art. brachialis nebst Nervus medianus (Fig. 422), um diese vor Druck beim Klettern und ähnlichen Bewegungen zu schützen (vergl. S. 170 I. Th.). Bemerkenswerth ist, dass beim Menschen, hier natürlich eine Anomalie darstellend, bisweilen eine ähnliche Bildung vorkommt.




**Fig. 422.** Canalis supracondyloideus mit der durchgehenden Arteria brachialis und dem Nervus medianus von *Cebus capucinus*.

#### ββ) Unterarm (*Antibrachium*) und Unterschenkel (*Crus*).

Beim Menschen sind diese, obschon nach demselben Plane angelegt, doch einander sehr wenig ähnlich, weil sie sehr verschiedenen Leistungen und Anforderungen sich anpassen mussten: Der Unterschenkel der Anforderung, welche eine starke tragende Stütze machte, und der Unterarm derjenigen, welche die Funktion als Greifwerkzeug und grosse Drehbeweglichkeit der Hand stellte. Wo ihre Funktionen so weit auseinander gehen, sind sie, wie beim Menschen, auch bei den Säugethieren von einander verschieden. Wo ihre Leistungen aber einander ähnlich werden,

zeigen sie auch in ihren Formen und ihrer Zusammensetzung grössere Aehnlichkeit oder selbst Uebereinstimmung.

Die bewegliche Verbindung der beiden Knochen des Unterarms (Radius u. Ulna) ist auf die Vermittlung von Drehbewegungen mit der Hand — Vor- und Rückwärtsdrehung — berechnet. Wo diese Bewegungen so frei, wie beim Menschen, ausgeführt werden, da kömmt auch der Bau des Unterarms mit dem menschlichen am meisten überein, wie dies bei den Affen der Fall ist. Wo diese Bewegungen aber mehr beschränkt sind, wie bei den Carnivoren, Insectivoren, Edentaten, Beutlern und manchen Nagern (Sciurus, Biber) u. a., da nimmt der Radius an der Verbindung des Unterarms mit dem Oberarm einen grösseren Antheil und ist die Ulna auch unten an der Verbindung mit der Hand, die sie tragen hilft, mehr oder weniger betheiligt. Wo die Hand gar keine Drehbewegung mehr macht und der Unterarm nur als Stütze für den Oberarm und der auf diesem ruhenden Körperlast dient, — da sind die beiden Vorderarmknochen entweder unbeweglich mit einander verbunden oder selbst mit einander verwachsen. Ersteres findet sich namentlich bei den grossen Pachydermen u. a. Beim Elephant (Fig. 423) ist die Ulna der Hauptträger sowohl des Oberarms als auch der Hand. Aehnlich ist es beim Nashorn; nur ist die Theilnahme des Radius an der Bildung des Ellenbogengelenkes etwas grösser und die am Handgelenke der des Ellenbogenbeins gleich.

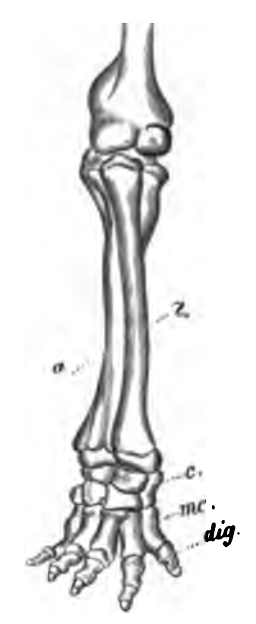



**Fig. 423.** Unterarm und Handskelet vom Elephanten. *r* Radius. *u* Ulna. *c* Carpus. *mc* Metacarpus. *dig* Digiti.

Wo die beiden Unterarmknochen verwachsen sind, wie dies bei den Wiederkäuern (Bos [Fig. 424] Cervus, Ovis, Camelus), Einhufern (Fig. 420), Chiropteren (Fig. 403), manchen Nagern (Haase, Hamster) der Fall ist, da pflegt die Ulna auch der Art zu verkümmern, dass nur ihr brachiales Ende noch übrig ist, der Radius sich dann fast ganz der Verbindung mit dem Oberarme bemächtigt und die Hand trägt.

Der Unterschenkel ist im Allgemeinen darauf berechnet, eine starke tragende Stütze abzugeben. Daher stimmt er mehr mit dem Unterarm derjenigen Thiere überein, bei denen dieser, unter Anschluss der Drehbewegungen, auch nur eine tragende Stütze abgibt. Dem Radius entsprechend, trägt daher das Schienbein (*Tibia*) sowohl den Oberschenkel, als auch, wenn schon nicht allein, so doch hauptsächlich, den Fuss, — und

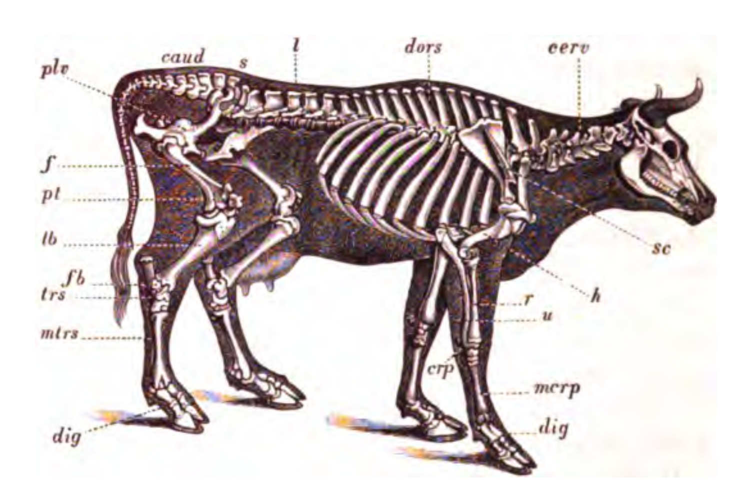



**Fig. 424.** Skelet von der Kuh (*Bos taurus*). Kopf. *cr* Hirntheil oder Schädel (*Cranium*). *fc* Antlitztheil (*Pars facialis*). Rumpf. *cerv* Halstheil der Wirbelsäule (*Pars cervicalis columnae vertebralis*), aus 7 Wirbeln bestehend. *dors* Rücken- oder Brusttheil (*Pars dorsalis s. thoracica*), gewöhnlich von 14 Wirbeln gebildet. Lendentheil (*Pars lumbalis*), in der Regel 5 Wirbel enthaltend. *s* Becken- oder Sacraltheil, aus 5 Wirbeln bestehend, wovon die 2 ersten das Becken (d. i. die Darmbeine) tragen. *caud* Schwanztheil der Wirbelsäule. *c* Rippen (*Costae*). *crt* Rippenknorpel (*Cartilagines costales*). Vordere Gliedmassen (*Extremitates anteriores*). *sc* Schulterblatt (*Scapula*). *h* Oberarmbein (*Os humeri*), auch Querbein genannt. *ah* Schultergelenk (*Articulatio humeri*), gewöhnlich Buggelenk genannt. *r* Die Speiche (*Radius*) des Unterarms. *u* Das Ellenbogenbein (*Ulna*) desselben. *ol* Ellenbogenhöcker (*Olecranon*). *am* Handgelenk (*Articulatio manus*), das sog. Vorderknie. *crp* Handwurzel (*Carpus*). *mcrp* Mittelhand (*Metacarpus*), aus 2 verwachsenen Mittelhandknochen bestehend. *dig* Zwei Finger, welche aus drei Gliedern bestehen und von dem gemeinsamen Mittelhandknochen getragen werden. Das erste Glied jedes Fingers heisst Fesselbein, das zweite Kronbein und das dritte Hufbein. Hintere Gliedmassen (*Extremitates posteriores*). *plv* Das Becken (*Pelvis*), der Träger derselben. *f* Oberschenkelbein (*Os femoris*) oder Backenbein. *pt* Kniescheibe (*Patella*). *tb* Grosses Unterschenkelbein (*Tibia*). *fb* Ueberrest des verkümmerten Wadenbeins (*Fibula*). *cal* Ferse oder das sog. Hinterknie. *trs* Fusswurzel (*Tarsus*). *mtrs* Mittelfuss. *dig* Doppelzehe, wie an der Hand sich verhaltend.

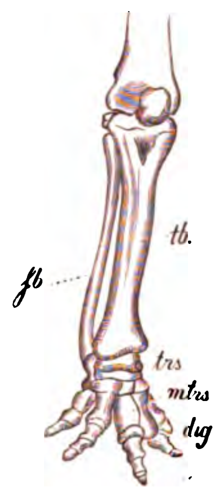



**Fig. 425.** Unterschenkel und Fussskelet vom Elephant. *tb* Tibia. *fb* Fibula. *trs* Tarsus. *mtrs* Metatarsus. *dig* Digiti.

gleich dem verkümmerten Ellenbogenbein ist das Wadenbein ein nur untergeordneter Knochen des Unterschenkels (Fig. 425), der selbst auch mit der Tibia bei manchen verwächst (Cricetus u. a.), oder an einem Ende, wie bei Einhufern, Wiederkäuern, Chiropteren, sogar defect wird. Bei den ersteren ist nur das obere Ende, s. g. Griffelbein (420 *fb*), bei den beiden letzteren nur das untere Ende vorhanden. Bei den Wiederkäuern ist nur der, den äusseren Knöchel sonst bildende Theil der Fibula noch übrig (424 *fb*). der, wie ein Tarsalknochen, unter die Tibia sich lagert und mit dem Talus sowohl als auch mit dem Calcaneum articulirt. Es könnte dem Mitgetheilten zu Folge nicht sehr befremden, wenn bei einzelnen Säugethieren dieser Rest der Fibula auch noch schwände. Doch kommt meines Wissens dieser Fall in Wirklichkeit nicht vor.

Wie nach der einen Seite hin sich hinsichtlich der **Fibula** ein gewisser Grad der Verkümmerung bemächtigt, so dass der Unterschenkel fast allein von der Fibia gebildet wird, — so findet man sie bei manchen Thieren aber auch stärker als gewöhnlich entwickelt und nicht bloss, mehr als sonst, Antheil nehmen an der Verbindung mit dem Tarsus, sondern auch Theil nehmen an der Verbindung mit dem Oberschenkel. Bei dem Schuppenthier, Faulthier (Fig. 426) und Ameisenfresser nimmt die Fibula einen grösseren

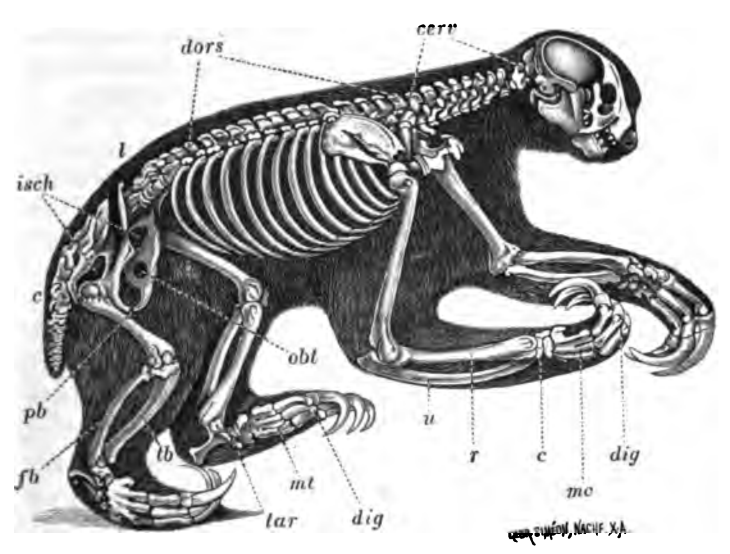



**Fig. 426.** **Skelet vom Faulthier** (*Bradypus tridactylus*). *cerv* Halswirbel (9). *dors* Dorsalwirbel (14). *l* Lumbalwirbel (5). Bei 8 Cervicalwirbeln steigt die Zahl der Dorsalwirbel auf 15. Wenn letztere Zahl auch bei 9 Halswirbeln sich vorfindet, dann ist die Zahl der Lendenwirbel vermindert, statt 5 sind dann nur 4 Lendenwirbel vorhanden. Die Sacralwirbel, deren 6 sich vorfinden, sind untereinander und mit dem Becken verwachsen. *isch* Incisura ischiadica. *obt* Foramen obturatorium. *pb* Eröffnung des Beckens nach vorn durch Wegfall der Symphysis oss. pubis. *c* Caudalwirbel der Wirbelsäule. Vordere Gliedmassen. *r* Radius. *u* Ulna. *c* Carpus. *mc* Metacarpus. *dig* Finger. Hintere Gliedmassen. *tb* Tibia. *fb* Fibula. *tar* Tarsus. *mt* Metatarsus. *dig* Zehen (*Digiti*).

Antheil am Fussgelenk, und über ihrem oberen Ende liegt ein Sesambein, durch das sie mit dem Oberschenkelbein verbunden wird. Bei mehreren Beutlern, besonders bei Didelphys, Phalangista, beim Wombat bildet das femorale Ende der Fibula einen mehr oder weniger nach oben gerichteten, **olecranonähnlichen Vorsprung** zum Angriff der Muskeln, wodurch sie mit dem Oberschenkel in unmittelbare Verbindung tritt. Beim Wombat trägt derselbe noch ein Sesambein — gleichsam eine **Patella lateralis** — das gleichfalls mit dem Os femoris articulirt. Bei den Monotremen (Fig. 421 *fb*) endlich (Schnabelthier, Ameisenigel) gewinnt die Fibula eine solche Stärke, der Fortsatz ihres oberen Endes eine solche Form und Ausbildung, dass die Aehnlichkeit mit der Ulna dieser Thiere eine sehr auffallende wird. Wenn es noch nöthig wäre, zu beweisen, dass die Tibia

dem Radius und die Fibula der Ulna entspreche, die Form, welche sie hier hat, könnte einen solchen Beweis mitliefern.

Die Kniescheibe (Patella) ist, gleich einem Sesambein, in die Sehne des gemeinsamen Unterschenkelstreckers eingelegt, und wenn sie auch ganz allgemein bei den Säugethieren vorkömmt, so ist sie dennoch kein typischer Knochen des Unterschenkels. Daher es auch nicht auffällig ist, wenn manchen Säugethieren, wie Beutlern und vielen Chiropteren, sie wirklich fehlt.

Nach Meckel[1]) fehlt sie vielen Beutlern und den Fledermäusen. Auch ich vermisse sie an sämmtlichen Beutelthierskeleten (Halmaturus, Caniger, Hypsiprimnus cuniculus, Didelphis virginiana und marsupialis, Phalangista Cockii, Phascolomys) unserer Sammlung. Allein bei manchen Beutlern scheint sie doch hie und da wieder vorkommen zu können. Wenigstens bildet sie d'Alton[2]) beim Riesenkänguruh, Halmaturus elegans, Hypsiprimnus marinus, Didelphis marsupialis und Cayopollin ab. Auch R. Wagner[3]) fand sie bei Phalangista. Unter den Chiropteren findet sie sich nach demselben Autor auch bei Galeopithecus, Molossus, Phyllostoma (Fig. 403), Noctilio, Vespertilio und Rhinolophus vor.

Wenn nun die bis jetzt angeführten Abänderungen und Verschiedenheiten der Säugethiergliedmassen nicht unbedeutend waren, so ergeben sich solche doch in noch viel höherem Maasse bezüglich der Ausbildung und Gestaltung der Hand und des Fusses, je nachdem sie bloss zur Ortsbewegung oder auch als Greiforgane dienen und je nachdem sie zur Vermittlung der Bewegung auf fester Unterlage, auf der Erde und auf Bäumen, oder zur Bewegung im Wasser oder zur Flugbewegung bestimmt sind.

Die bisher vorgeführten Abänderungen und Verschiedenheiten des Gliedmassenskelets der Säugethiere beziehen sich vorzugsweise auf diejenigen Säugethiere, die ihre Locomotion auf fester Unterlage ausführen. Lassen wir nun noch die Eigenthümlichkeiten folgen, welche die Hand und den Fuss solcher Landsäugethiere auszeichnen.

### γγ) Hand und Fuss der Landsäugethiere.

Während beim Menschen nur der Fuss zur Ortsbewegung dient, die Hand dagegen ausschliesslich Greifwerkzeug ist, sind bei den Säugethieren beide im Dienst der Locomotion. Daher auch die Hand der Landsäugethiere dem Fuss viel ähnlicher gestaltet sich zeigt, als beim Menschen. Nur wo sie auch Greiffunktion übt, wird sie mit der des letzteren wieder übereinstimmender. Aber auch der Fuss kann handähnlicher werden, wo er gleichfalls Greiforgan sein soll.

---

[1]) System der vergleichenden Anatomie. II. 2. S. 451.

[2]) Skelete der Beutelthiere (Tafel).

[3]) Lehrbuch der vergleichenden Anatomie. Leipzig 1834—1835. S. 548.

Der Hand und dem Fusse der Säugethiere liegen dieselben Glieder zu Grunde, welche auch die Hand und den Fuss des Menschen bilden. Diese erfahren allerdings mancherlei Reductionen, doch niemals eine Vermehrung. Die Reductionen können sehr weit gehen, so dass ganze Finger und ganze Zehen in Wegfall kommen, bis schliesslich nur noch ein Finger und eine Zehe übrig ist. Aber niemals kommt es zum Wegfall aller Finger und Zehen. Auch kommt nicht der Fall vor, dass der ganze Carpus und Tarsus ausfiele und die Mittelhand und der Mittelfuss unmittelbar auf Unterarm und Unterschenkel aufsässe; auch nicht der Fall, dass der ganze Metacarpus und Metatarsus ausfiele und die Finger und Zehen vom Carpus und Tarsus getragen würden. Immerhin sind die Modificationen, welche die Form und der Bau der Hand und des Fusses erleiden, noch sehr zahlreich und mannigfaltig. Besonders gross sind die Verschiedenheiten hinsichtlich der Zahl der Finger und Zehen. Es können, wie beim Menschen, 5 Finger und 5 Zehen vorhanden sein (Fig. 427 A. B.); es kann

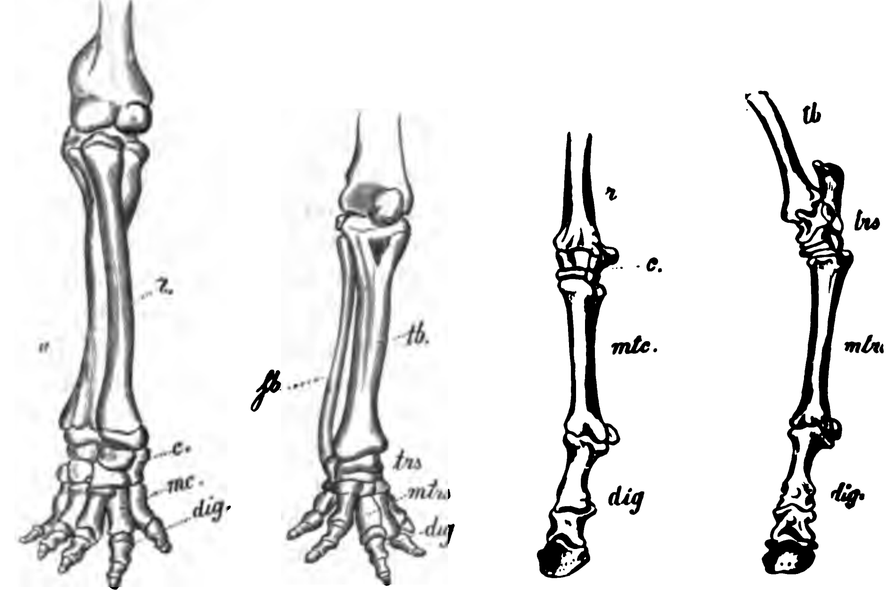



Fig. 427. A. Unterarm und Handskelet. B. Unterschenkel und Fussskelet vom Elephanten. *r* Radius. *u* Ulna. *c* Carpus. *mc* Metacarpus. *dig* Digiti. *tb* Tibia. *fb* Fibula. *trs* Tarsus. *mtrs* Metatarsus. *dig* Digiti.

Fig. 428. A. Handskelet. B. Fussskelet vom Pferd (*Equus caballus*). *r* Radius. *c* Carpus. *mtc* Metacarpus. *dig* Digitus. *tb* Tibia. *trs* Tarsus. *mtrs* Metatarsus. *dig* Digitus.

die Zahl derselben aber auch auf 4, 3 oder 2, ja selbst auf 1 (Fig. 428 A. B.) reducirt sein. Auch kann die Zahl der Finger und Zehen desselben Thieres verschieden sein, indem bei der Anwesenheit von 5 Fingern der Fuss nur 4, 3 oder selbst nur 1 Zehe (mit einigen Afterzehen) hat; oder die Zahl der Zehen bleibt grösser als die der Finger, indem auf 5 Zehen nur 4 Finger kommen.

5 Finger und 5 Zehen finden sich bei den Affen, Nagern, plantigraden Carnivoren, Elephanten, Beutlern; 4 Finger und 4 Zehen: beim Nilpferd; 3 Finger und 3 Zehen: beim Nashorn, Bradypus tridactylus (Fig. 433); 2 Finger und zwei Zehen, mit 2 Afterfingern und Afterzehen, die beiderseits der beiden Hauptzehen stehen: beim Schwein

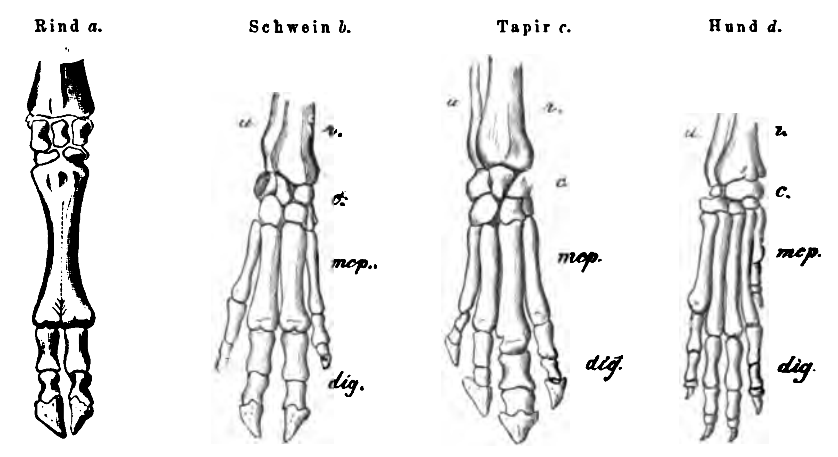



**Fig. 429.** Handskelet. *a.* vom Rind (*Bos taurus*). *b.* Vom Schwein (*Sus scrofa*). *c.* Vom Tapir (*Tapirus*). *d.* Vom Hunde (*Canis familiaris*).

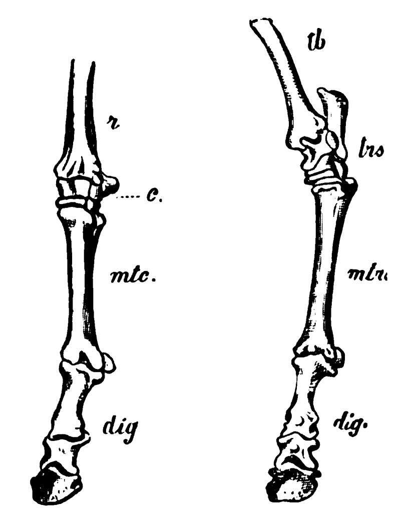



**Fig. 430.** A. Handskelet. B. Fussskelet vom Pferd (*Equus caballus*). *r* Radius. *c* Carpus. *mtc* Metacarpus. *dig* Digitus. *tb* Tibia. *trs* Tarsus. *mtrs* Metatarsus. *dig* Digitus.

(Fig. 429 *b*), Cervus; 2 Finger und 2 Zehen ohne Afterzehen: bei den übrigen Wiederkäuern (Fig. 429 *a*); 1 Finger und 1 Zehe: bei den Einhufern (Fig. 430). Gegenüber dem Schwein zeigt die Hand des Tapir die Abänderung, dass nur der ulnare Finger Afterfinger ist, von den drei übrigen der mittlere der Hauptfinger ist, dessen beiderseitige Nachbarn zwar etwas schwächer, aber noch keine Afterfinger sind (Fig. 429 *c*).

5 Finger (mit verkümmertem Daumen, Fig. 429 *d*) und nur 4 Zehen finden sich bei den digitigraden Carnivoren; 5 Finger und 3 Zehen, von welchen die mittlere Zehe die stärkste ist, die beiden äussern schwächer und die beiden innern zu Afterzehen verkümmert sind: beim Känguruh; 5 Finger und 3 Zehen, die von einem gemeinsamen Os metatarsi getragen sind: bei Dipus bipes (Fig. 431).

4 Finger und 5 Zehen: bei einigen Nagern (Cricetus, Mus, Lemmus u. a.); 2 Finger und 5 Zehen (mit verkümmerter grosser Zehe): Myrmecophaga didactyla; 2 Finger und 3 Zehen: beim zweizehigen Faulthier.

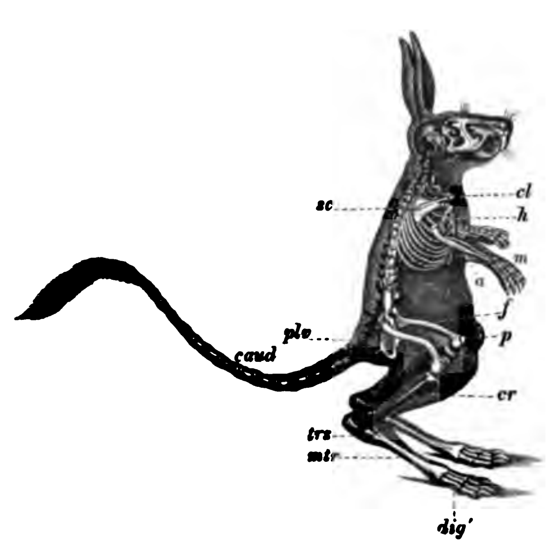



Fig. 431. Skelet von dem ägyptischen Gerboa oder Springer (*Dipus bipes*), nach Pander u. D'Alton. *cl* Schlüsselbein (*Cavicula*). *sc* Schulterblatt (*Scapula*). *h* Oberarm (*Humerus*). *a* Unterarm (*Antibrachium*), aus Radius und Ulna bestehend. *m* Die Hand (*Manus*), aus Carpus, Metacarpus und 5 Fingern gebildet. *plv* Becken (*Pelvis*). *caud* Schwanz (*Cauda*), sehr stark entwickelt, weil er bei der Ortsbewegung die hinteren Gliedmassen zu unterstützen hat. *f* Oberschenkel (*Femur*). *p* Patella. *cr* Unterschenkel (*Crus*), aus Tibia und Fibula, welche miteinander verwachsen sind, bestehend. *trs* Tarsus. *mtr* Metatarsus, nur aus einem gemeinsamen Knochen bestehend, der an seinem digitilen Ende drei Zehen (*dig'*) trägt.

Wo die Gliedmassen, wie die Arme des Menschen, auch als Greiforgane fungiren sollen, ist die Hand dann der menschlichen (Fig. 432) ähnlich gebildet, mit gegenstellbarem Daumen. Auch der Fuss kann für die Greiffunktion eingerichtet werden mit gegenstellbarer grosser Zehe. So haben die Affen an den vordern und hintern Gliedmassen zum Greifen dienende Hände. Manche Nager haben nur vorn Hände mit rudimentärem Daumen, und Phalangista hat nur an den hintern Gliedmassen Hände.

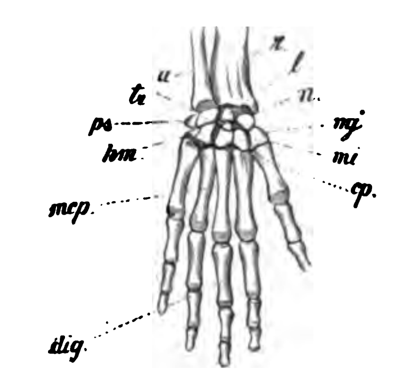



Fig. 432. Hand des Menschen. *r* Radius. *u* Ulna. *n* Naviculare des Carpus. *l* Lunatum desselben. *tr* Triquetrum. *ps* Pisiforme. *mj* Multangulum majus. *mi* Multangulum minus. *cp* Capitatum. *hm* Hamatum. *mcp* Metacarpus. *dig* Digiti.

Grosse Verschiedenheiten zeigen die Gliedmassen der Landsäugethiere bezüglich der Ausdehnung, mit welcher die Hände und Füsse bei der Ortsbewegung mit dem Boden in Berührung kommen. Manche gehen mehr oder weniger auf den Finger- und Zehenspitzen (*Digitigraden*), andere treten mit der ganzen Vola und Planta (*Plantigraden*), und wieder andere, z. B. Myrmecophoga, treten selbst mit dem Ulnarrande der Hand und mit dem fibularen Rand des Fusses auf. Dass all' dieses auf die Leichtigkeit oder Schwerfälligkeit der Orts-

bewegung grossen Einfluss üben muss, leuchtet von selbst ein. Die Zehengänger sind daher schnellere und bessere Läufer als die Sohlengänger, und die, welche wie der Ameisenfresser, auf dem Hand- und Fussrande, oder wie das Faulthier (Fig. 433) selbst mit dem Unterarme auftreten, können vollends nur sehr schwerfällig und träge sich fortbewegen.

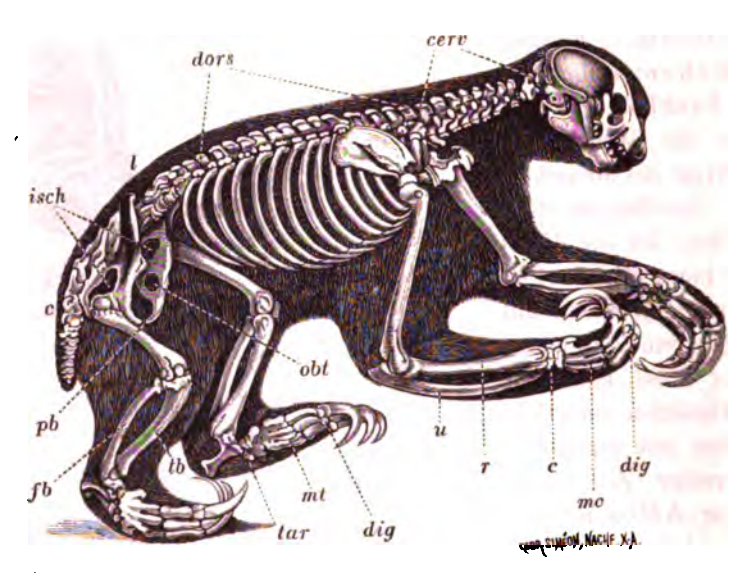



**Fig. 433.** Skelet vom Faulthier (*Bradypus tridactylus*). *cerv* Halswirbel (9). *dors* Dorsalwirbel (14). *l* Lumbalwirbel (5). Bei 8 Cervicalwirbeln steigt die Zahl der Dorsalwirbel auf 15. Wenn letztere Zahl auch bei 9 Halswirbeln sich vorfindet, dann ist die Zahl der Lendenwirbel vermindert, statt 5 sind dann nur 4 Lendenwirbel vorhanden. Die Sacralwirbel, deren 6 sich vorfinden, sind untereinander und mit dem Becken verwachsen. *isch* Incisura ischiadica. *obt* Foramen obturatorium. *pb* Eröffnung des Beckens nach vorn durch Wegfall der Symphysis oss. pubis. *c* Caudalwirbel der Wirbelsäule. Vordere Gliedmassen. *r* Radius. *u* Ulna. *c* Carpus. *mc* Metacarpus. *dig* Finger. Hintere Gliedmassen. *tb* Tibia. *fb* Fibula. *tar* Tarsus. *mt* Metatarsus. *dig* Zehen (*Digiti*).

Findet bei Zehengängern nun auch noch eine Reduction der Finger und Zehen auf eine kleinere Zahl, auf etwa 3, 2, oder gar 1 statt, so gibt dies eine Einrichtung ab, welche die Thiere zu sehr schnellem Laufe ganz besonders befähigt. Daher es auch begreiflich wird, warum die Wiederkäuer und Einhufer, welche so vorzügliche Läufer sind, auf den Spitzen von nur 2 oder selbst 1 Finger und 1 Zehe gehen.

Da der Skeletbau der Gliedmassen der Wiederkäuer und Einhufer überhaupt für Aerzte und Thierärzte ein grösseres Interesse haben dürfte, so folgen hier noch einige genauere Mittheilungen über dieselben.

Da die Gliedmassen der Wiederkäuer und Einhufer einander sehr ähnlich sind, so werden wir die der Wiederkäuer (Fig. 434) in's Auge fassen und nur die Abweichungen anführen, welche bei den Einhufern vorkommen.

Das Oberarmbein (*h*) der vorderen Gliedmassen zeichnet sich

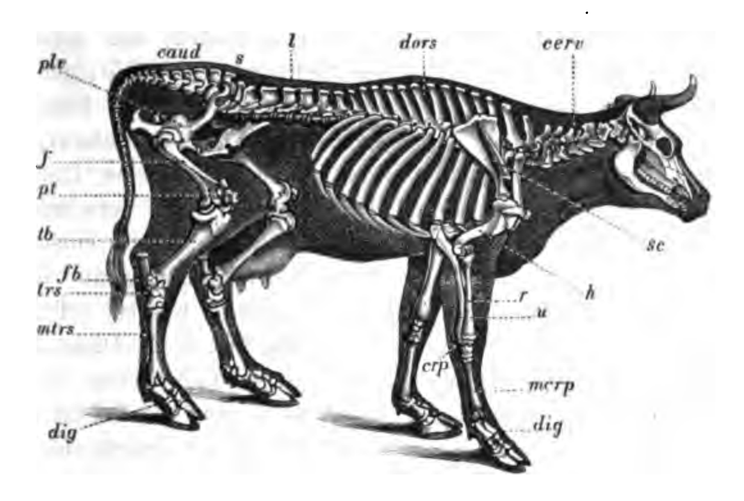



Fig. 434. Skelet von der Kuh (*Bos taurus*). Kopf. *cr* Hirntheil oder Schädel (*Cranium*). *fc* Antlitztheil (*Pars facialis*). Rumpf. *cerv* Halstheil der Wirbelsäule (*Pars cervicalis columnae vertebralis*), aus 7 Wirbeln bestehend. *dors* Rücken- oder Brusttheil (*Pars dorsalis s. thoracica*), gewöhnlich von 14 Wirbeln gebildet. Lendentheil (*Pars lumbalis*), in der Regel 5 Wirbel enthaltend. *s* Becken- oder Sacraltheil, aus 5 Wirbeln bestehend, wovon die 2 ersten das Becken (d. i. die Darmbeine) tragen. *caud* Schwanztheil der Wirbelsäule. *c* Rippen (*Costae*). *crt* Rippenknorpel (*Cartilagines costales*). Vordere Gliedmassen (*Extremitates anteriores*). *sc* Schulterblatt (*Scapula*). *h* Oberarmbein (*Os humeri*), auch Querbein genannt. *ah* Schultergelenk (*Articulatio humeri*), gewöhnlich Buggelenk genannt. *r* Die Speiche (*Radius*) des Unterarms. *u* Das Ellenbogenbein (*Ulna*) desselben. *ol* Ellenbogenhöcker (*Olecranon*). *am* Handgelenk (*Articulatio manus*), das sog. Vorderknie. *crp* Handwurzel (*Carpus*). *mcrp* Mittelhand (*Metacarpus*), aus 2 verwachsenen Mittelhandknochen bestehend. *dig* Zwei Finger, welche aus drei Gliedern bestehen und von dem gemeinsamen Mittelhandknochen getragen werden. Das erste Glied jedes Fingers heisst Fesselbein, das zweite Kronbein und das dritte Hufbein. Hintere Gliedmassen (*Extremitates posteriores*). *plv* Das Becken (*Pelvis*), der Träger derselben. *f* Oberschenkelbein (*Os femoris*) oder Backenbein. *pt* Kniescheibe (*Patella*). *tb* Grosses Unterschenkelbein (*Tibia*). *fb* Ueberrest des verkümmerten Wadenbeins (*Fibula*). *cal* Ferse oder das sog. Hinterknie. *trs* Fusswurzel (*Tarsus*). *mtrs* Mittelfuss. *dig* Doppelzehe, wie an der Hand sich vorhaltend.

durch Kürze, Stärke und fast horizontale Stellung aus, daher die Thierärzte es als Querbein bezeichneten. Am Unterarm ist die Ulna (*u*) verkümmert und ihr oberes Ende mit dem Radius (*r*) verwachsen. In thierärztlicher Sprache heisst sie die Keule und der Radius der Kegel.

Die Handwurzel (*Carpus*, Fig. 435) wird von 6 Knochen gebildet, wovon 4 in einer oberen Reihe und 2 in einer unteren Reihe liegen. Die 4 Knochen der ersten Reihe sind 1) das Os naviculare, 2) das Os lunatum, 3) Os triquetrum, 4) Os pisiforme. Die zwei der zweiten Reihe sind 1) das Os capitatum und Os hamatum. Das Handgelenk (*am*) d. h. die Verbindung des Carpus mit dem Unterarm wird in thierärztlichen Kreisen Kniegelenk oder Vorderknie genannt, eine Bezeichnung, die, wie die meisten übrigen bei Thierärzten zum Theil noch gebräuchlichen, aus einer Zeit stammen, wo die Anatomie der Thiere, wie sie den Thierärzten gelehrt wurde, nichts weniger als auf Wissenschaftlichkeit Anspruch machen konnte.

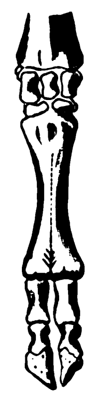


Fig. 435.

Die Mittelhand (*Metacarpus* [*mcrp*]) besteht aus einem Hauptknochen (unrichtig bei Thierärzten das Schienbein [*Tibia*] genannt), der an seinem untern Ende 2 Gelenkrollen besitzt, welche 2 Finger tragen (Fig. 435). Er ist aus der Verschmelzung von zwei Metacarpalknochen hervorgegangen, daher er auf seinem Rücken noch eine Rinne besitzt, welche ein Ueberrest der früheren Trennung ist. Die Verschmelzung der beiden Mittelhandknochen zu einem gemeinsamen geschah entschieden im Interesse der grösseren Kraft, womit die Ortsbewegung auf den beiden Fingern, welche von jenen getragen, ausgeführt werden sollte. Daraus lässt sich auch erklären, wie bei manchen Thieren, z. B. Dipus bipes (Fig. 431), selbst drei Mittelhandknochen zu einem Träger von 3 Zehen verschmelzen können, wenn bei sprungweiser Bewegung die Leistung des Mittelfusses noch eine grössere wird. Beiderseits dieses gemeinsamen Hauptmittelhandknochens hängt noch je ein verkümmertes Os metacarpi an, das aber keinen Finger zu tragen pflegt und nach der Form „Griffelbein" genannt wird.

Jeder der beiden Finger, welche auf dem Mittelhandknochen aufsitzen, besteht aus 3 Gliedern oder Phalangen, wovon

a) die ersten Glieder „Fesselbeine",
b) die Mittelglieder „Kronbeine" und
c) die End- oder Nagelglieder „Hufbeine" heissen.

Auf der hintern Seite des ersten und dritten Fingergelenkes sitzen, kniescheibenähnlich, noch halbmondförmig gestaltete Sesambeine auf, wovon die obern „Gleichbeine" und die untern „Strahlbeine" bei den Thierärzten genannt werden.

Bei den Einhufern (Fig. 430) hat das Skelet der vorderen Gliedmasse die gleiche Einrichtung als wie bei den Wiederkäuern. Nur trägt der Hauptmittelhandknochen, der ursprünglich einfach war, statt 2 Zehen nur eine. Daher findet sich an seinem untern Ende nur eine Gelenkrolle und die Rinne auf seiner dorsalen Seite fehlt.

Das Oberschenkelbein (*Os femoris*) der hintern Gliedmassen, von äusserst gedrungener Gestalt, wird von Thierärzten das „Backenbein" bezeichnet, weil es in der Fleischmasse der Hinterbacken gleichsam vergraben liegt (Fig. 434 *f*). Von den beiden typischen Knochen des Unterschenkels ist nur das Schienbein (*Tibia*) (s. g. „grosses Schenkelbein") entwickelt, während das Wadenbein (*Fibula*) (s. g. „kleines Schenkelbein") verkümmert ist. Die Fusswurzel (*Tarsus*) besteht aus 6 Knochen, welche in gleichsam 3 Reihen liegen, nämlich:

a) in erster Reihe: 1) der Astragalus oder Talus (s. g. Rollbein), 2) der Calcaneus (fälschlich s. g. Sprungbein);

b) in zweiter Reihe: 3) das Os naviculare (s. g. grosses Schiffbein);
c) in dritter Reihe: 4) das Os cuneïforme II, welches unrichtig „Pyramidenbein“ oder „Mondbein“ heisst, 5) das Os cuneïforme III; (das s. g. kleine Schiffbein) und 6) das Os cuboïdeum, das Würfelbein. Beim Rinde liegt an der inneren Seite des Fussgelenkes, das man das Hinterknie zu nennen pflegt, zwischen Os naviculare und Os cuneïforme II das s. g. „runde Bein“ (*Os orbiculare*), welches das Os cuneïforme I darstellt. Beim Pferd fehlt indess dieser Knochen.

Der Mittelfuss (*Metatarsus* [*mtrs*]) und die Zehen (*Digiti* [*dig*]) verhalten sich im Ganzen so, wie es oben für die Mittelhand und Finger angegeben wurde. Auch führen die einzelnen Glieder bei den Thierärzten dieselben Bezeichnungen als wie an der Hand.

Bei manchen Wiederkäuern (z. B. bei Cervus) trägt das untere Ende des Hauptmittelfussknochens, ausser den beiden Hauptzehen nach hinten, auch noch zwei Afterzehen, denen am Vorderfusse selbst noch griffelförmige, verkümmerte Metacarpalknochen aufsitzen, die jedoch mit dem Carpus nicht zusammenhängen.

#### δδ) Gliedmassen der Säugethiere, welche oft oder ausschliesslich im Wasser leben.

Viele Säugethiere (wie der Hund u. a.) haben das Vermögen, wenn sie genöthigt werden in's Wasser zu gehen, um z. B. über einen Fluss zu kommen, darin zu schwimmen, ohne besondere Einrichtungen der Glied-

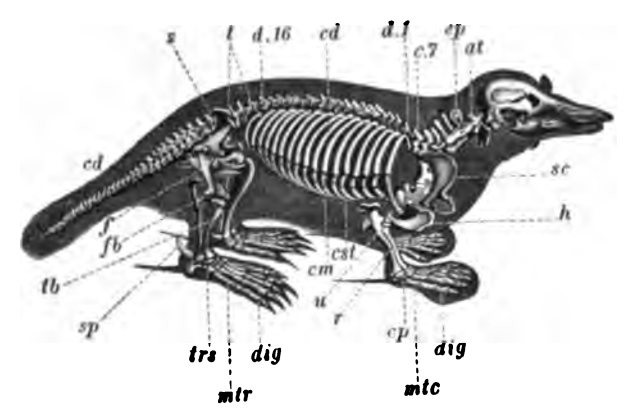



**Fig. 436.** Skelet vom Schnabelthier (*Ornithorhynchus paradoxus*). *at* Erster Halswirbel (*Atlas*). *ep* Zweiter Halswirbel (*Epistropheus*). *c.7* Siebenter Halswirbel. *d.1* Erster Dorsalwirbel. *d.16* Letzter Dorsalwirbel (16). *l* Lendenwirbel (3). *s* Sacralwirbel (2 + 1). *cd* Caudalwirbel (19). *cd* Costae vertebrales (16). *cm* costae medianae. *cst* Costae sternales. *sc* Scapula. *h* Humerus. *r* Radius. *u* Ulna. *cp* Carpus. *mtc* Metacarpus. *dig* Finger (*Digiti*), durch Schwimmhäute verbunden. *f* Oberschenkel (*Femur*). *tb* Tibia. *fb* Fibula. *sp* Sporn. *trs* Tarsus. *mtr* Metatarsus. *dig* Zehen (ohne Schwimmhäute).

massen zu haben, welche sie von andern nicht in's Wasser gehenden unterschieden. Allein wenn Thiere genöthigt werden, länger im Wasser sich

aufzuhalten und unter dem Wasserspiegel zu schwimmen, also unterzutauchen, wie dies theils bei solchen der Fall, welche, wie unter den Carnivoren die Fischotter und Seeotter u. a., ihre Nahrung im Wasser zu suchen haben oder, wie manche Nager (Biber, Wassermaus u. a.), welche in Erdhöhlen sich aufhalten, zu denen die Eingänge im angrenzenden Wasser sich finden, — da besitzen die Gliedmassen besondere Einrichtungen, welche sie zu besseren Ruderorganen machen, als sie sonst sind.

Die einfachsten Einrichtungen dieser Art, welche eine besondere Abänderung des Gliedmassenskelets nicht bedingen, bestehen in der Ausspannung von Schwimmhäuten zwischen den Zehen, wie dies bei der Fischotter, beim Biber, Myopotamus, Chironectes, Ornithorhynchus (Fig. 436) u. a. der Fall ist.

Die Gliedmassen sind aber noch wesentlich Gehwerkzeuge. Bei der Seeotter (*Enhydris lutris*) sind die hintern Gliedmassen allerdings schon stark nach rückwärts gerichtet; folglich für Bewegung auf dem Festlande nicht mehr besonders geeignet. Daher sie auch den Uebergang der Carnivoren vorbereiten zu den Robben (Fig. 437), welche fast ausschliesslich im Wassser leben und nur an's Land gehen, um zu säugen oder auch wohl

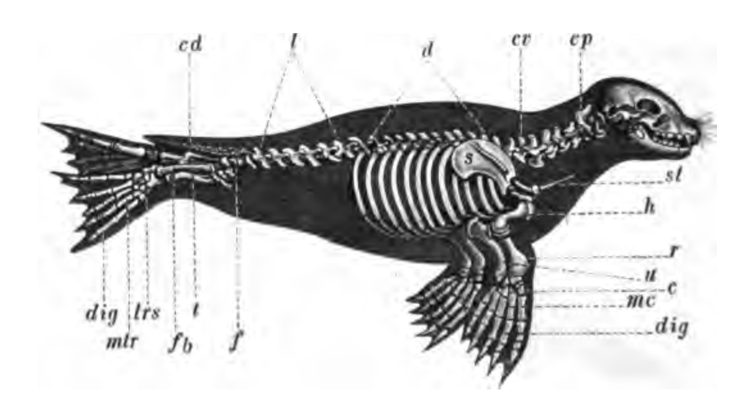



Fig. 437. Skelet von Phoca vitulina. *ep* Zweiter Halswirbel. *cv* Siebenter Halswirbel. *dors* Dorsalwirbel. *l* Lumbalwirbel. *cd* Cauda. *st* Sternum. *s* Scapula. *h* Humerus. *r* Radius. *u* Ulna. *c* Carpus. *mc* Metacarpus. *dig* Finger (*Digiti*) mit Schwimmhäuten. *t* Tibia. *f* Fibula. *trs* Tarsus. *mtr* Metatarsus. *dig* Zehen (*Digiti*), durch Schwimmhäute verbunden.

zu ruhen. Desshalb sind nur noch ihre vordern Gliedmassen, zwischen deren Zehen Schwimmhäute sich finden, zu Gehbewegungen brauchbar, während die hintern ausschliesslich Schwimm- oder Ruderfüsse und auch so nach hinten, neben den Schwanz gelegt sind, dass sie zur Gehfunktion ganz unbrauchbar sind und mit dem Schwanze wie eine Schwanzflosse sich ausnehmen. Bei den, den Robben nahestehenden herbivoren Cetaceen (Fig. 438), die nur an's Ufer gehen, um Ufergras zu fressen, fallen endlich die hintern Gliedmassen ganz weg und werden durch

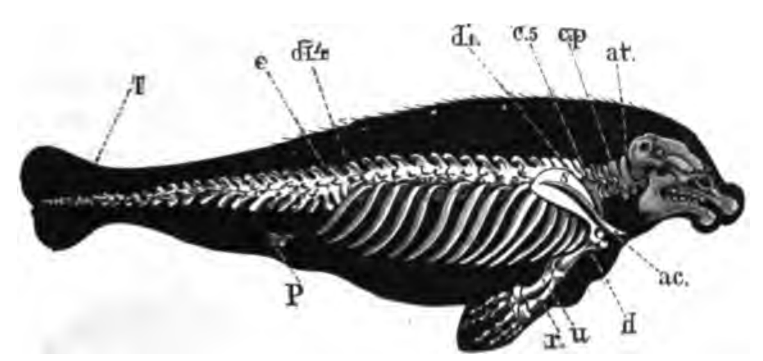



Fig. 438. Skelet von Manatus australis. *at* Atlas. *cp* Zweiter Halswirbel. *c.6* (statt *c.5*) Sechster Halswirbel. *d.1* Erster Dorsalwirbel (im Holzschnitt ist fälschlich auf den zweiten Dorsalwirbel hingewiesen). *d.14* Letzter (14.) Dorsalwirbel. *l—c* Lumbocaudalwirbel (im Holzschnitt sind *l—c* unverbunden und verkehrt dargestellt). *P* Rudimentäres Becken. *s* Schulterblatt (*Scapula*). *ac* Acromion. *h* (statt *d*) Oberarm. *u* Ulna. *r* Radius.

eine Schwanzflosse, derjenigen der Fische ähnlich, ersetzt, während die vordern Gliedmassen, die zwar auch wesentlich Flossen sind, doch zur Gehfunktion dadurch noch brauchbar bleiben, dass die einzelnen Knochen derselben noch grossen Theils ihre Articulationen besitzen.

Bei den carnivoren Cetaceen (Fig. 439), die nie an's Land kommen, fallen indess die Gelenke zwischen den einzelnen Knochen der Gliedmassen weg.

Nur das Schultergelenk bleibt zur Bewegung der ganzen Flosse, welche wie eine Fischflosse gestaltet erscheint, allein übrig. Auch die, statt der hintern Gliedmassen vorhandene Schwanzflosse hat grosse Aehnlichkeit mit der Schwanzflosse der Fische, nur unterscheidet sie sich darin, dass sie nicht vertical steht, sondern horizontale Lage hat und statt seitwärts nur auf- und abwärts bewegbar ist.

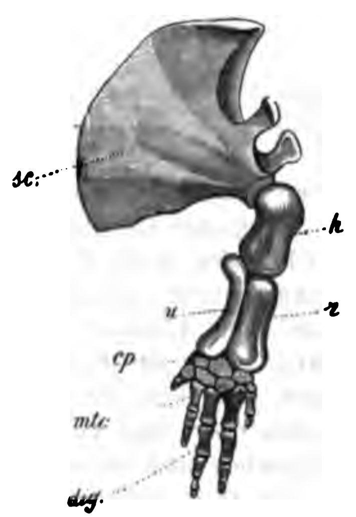



Fig. 439. Skelet der vordern Gliedmasse von Delphinus phocoena.

**ss) Gliedmassen der Säugethiere, welche Bewegungen durch die Luft vermitteln, zum Fluge befähigen.**

Die einfachsten Einrichtungen, welche zu diesen artigen Bewegungen befähigen, bestehen, wie bei Galeopithecus, Pteromys, in der Ausspannung einer Flughaut zwischen vordern und hintern Gliedmassen, die eine wesentliche Abänderung des Gliedmassenskelets nicht bedingt, aber auch nicht zum eigentlichen Fliegen befähigt, sondern nur eine Art Fallschirm bildet, ver-

möge dessen die Thiere auf Bäumen u. dgl. von einem höhern Punkte auf einen niedrigeren leicht sich herabfallen lassen können.

Wo wirkliche Flugbewegungen ausgeführt werden, wie bei den Chiropteren, da sind die vorderen Gliedmassen dadurch zu Flügeln umgebildet, dass zwischen die sehr verlängerten Finger eine Flughaut ausgespannt ist (Fig. 440). Das Skelet der vordern Gliedmassen musste

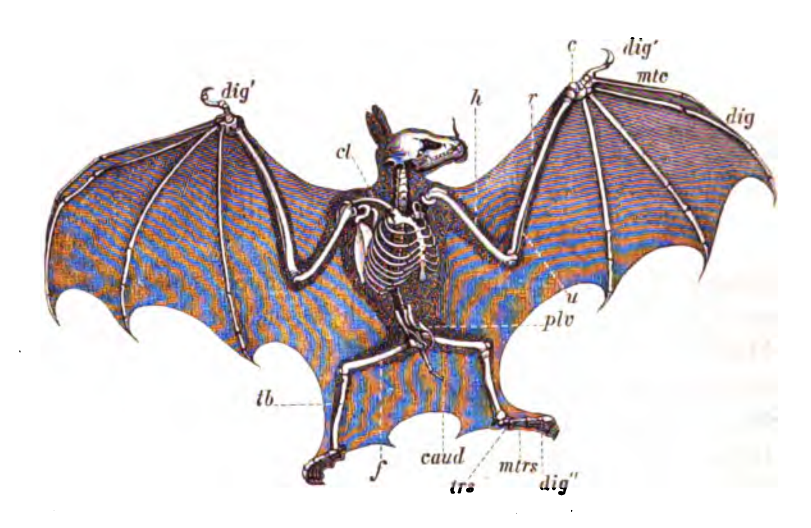



**Fig. 440.** Skelet einer Fledermaus (Blattnase, *Phyllostoma hastatum*), nach D'Alton. *cl* Schlüsselbein (*Clavicula*). *h* Os humeri. *r* Radius. *u* Ulna. *c* Carpus. *mtc* Metacarpus. *dig* Finger. *dig'* Daumen, einen Krallennagel tragend. *plv* Becken (*Pelvis*), an der Stelle der Schoosfuge offen. *f* Os femoris. *tb* Tibia. *trs* Tarsus. *mtrs* Metatarsus. *dig''* Zehen. *caud* Schwanz (*Cauda*).

daher manche Abänderungen erleiden, während das der hintern nichts Eigenthümliches darbietet. Schon der Vorderarm ist ansehnlich verlängert. Aber besonders in die Länge ausgezogen sind indess die vier ulnaren Mittelhandknochen und Finger. Nur der Daumen ist verkümmert geblieben, da er keine Flughaut zu tragen hat, sein Endglied vielmehr nur einen Haken bildet, durch den die Thiere an Wänden u. dgl. sich festhängen können. Die Flugfläche wird von der äussern Haut gebildet, die theils zwischen Ober- und Vorderarm, theils zwischen den verlängerten Mittelhandknochen und Fingern, theils zwischen diesen, dem Arme und dem Schenkel, theils zwischen beiden letztern ausgespannt ist.

bb) Von den Gliedmassen der Vögel.

Bei denselben sind nur die hintern Gliedmassen auf die Gangbewegung eingerichtet, die vordern dagegen für die Flugbewegung. Ungeachtet dessen zeigen die letzteren eine Gliederung, welche von derjenigen der Säugethiere nicht wesentlich abweicht. Denn, wie bei diesen,

zerfällt das Skelet der vordern Gliedmassen bei den Vögeln (Fig. 441) auch in Oberarm, Unterarm, und Hand und diese wieder in Handwurzel, Mittelhand und Finger. Dem Oberarm liegt das einfache Oberarmbein (*h*) (*Os humeri*) zu Grunde. Der Unterarm (*Anti-*

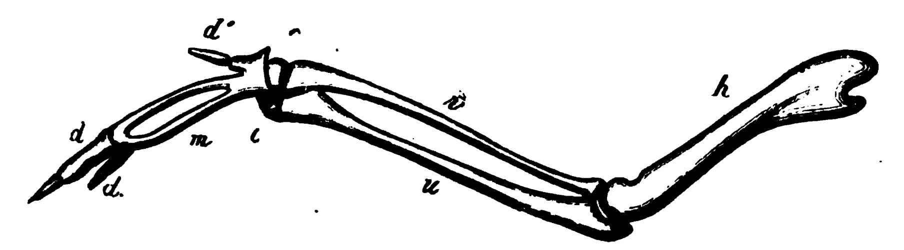



Fig. 441. Skelet des Vogelflügels. *h* Humerus. *r* Radius. *u* Ulna. *c* Carpus. *m* Metacarpus. *d* Digiti. *d'* Daumen.

*brachium*) besteht aus Speiche (*Radius* [*r*]) und Ellenbogenbein (*Ulna* [*u*]). Die Handwurzel (*Carpus* [*c*]) wird von zwei Knochen, — und die Mittelhand (*Metacarpus* [*m*]) aus einem Hauptknochen gebildet, der aber aus drei, an ihrem brachialen Ende mit einander verwachsenen, zusammengesetzt zu betrachten ist. Zwei (*m*) erscheinen auch an ihrem digitalen Ende verwachsen, während in der Mitte sie getrennt blieben. Der Dritte dagegen ist verkümmert, so dass er nur einen radialwärts stehenden Fortsatz des Hauptknochens darstellt.

Der Finger (*Digiti* [*d*]) sind 3 vorhanden, die aber sehr ungleich entwickelt sind und alle auf dem gemeinsamen Mittelhandknochen aufsitzen. Der mittlere ist der Hauptfinger und der längste. Er besteht meistens aus 2, bisweilen selbst aus 3 Gliedern, während die beiden andern sehr kurz sind und je aus nur einer Phalanx bestehen. Der eine, welcher an der Ulnarseite des langen Mittelfingers steht, sitzt mit diesem gemeinsam auf dem digitalen Ende des gemeinsamen Haupt-Mittelhandknochens auf, während der andere, der s. g. Daumen, weiter zurück auf einem radialwärts am brachialen Ende des letztern vorstehenden Fortsatze aufsitzt.

Der neuholländische Casuar hat von den Fingern nur den langen Mittelfinger, während der Daumen und Ulnarfinger fehlen. Der afrikanische Strauss dagegen hat 3 Finger, und besitzt der Mittelfinger drei, der Daumen zwei Glieder.

In Folge des, in der Organisation des Vogelskelets überhaupt, in der des Flugwerkzeuges aber insbesondere sich kundgebenden Strebens der Natur, das Gewicht des Körpers, wo irgend es thunlich ist, zu vermindern und Aufwand von Muskelkraft und dadurch Muskelmasse zu ersparen, — sind dem Flügel eine Anzahl von Einrichtungen zu Theil geworden, durch welche er

nicht allein wesentlich, von der vordern Gliedmasse der Säugethiere, sondern namentlich auch von der dort (bei den Chiropteren) in Anwendung gekommenen Flügelbildung abweicht.

Während bei den Chiropteren die ganze Flugfläche durch die ausgespannte Cutis gebildet wird und diese über die langen ausgespreizten Finger ausgespannt ist, — bildet hier die Cutis nur einen sehr kleinen Theil der Flugfläche und hat die Hand nur einen Hauptfinger. Nur der dem Rumpfe näher liegende Theil der Flugfläche wird von der Cutis, nämlich der s. g. hintern und vordern Flughaut gebildet, während die übrige Flugfläche von den, am Ulnarrande des Vorderarmes und der Hand aufsitzenden sehr leichten Federn gebildet wird. Die Vortheile, welche daraus entspringen, sind einleuchtend. Denn durch Verminderung der Masse und des Gewichtes des Handskelets und dadurch auch der sie umgebenden Weichtheile, welche specifisch schwerer, als die Luft, sind, wird der Schwerpunkt des Flügels dem Rumpfe näher gelegt, als bei den Chiropteren, und sind sonach die Bewegungen durch geringeren Aufwand von Muskelkraft ausführbar.

Die Körper der Flügelmuskeln sind dem Rumpfe ebenfalls möglichst nahe gelegt und nur ihre, das Gewicht nicht viel erschwerenden Sehnen erstrecken sich zu denjenigen entfernten Theilen des Flügels, auf welche sie ihre Angriffe machen sollen (Fig. 442). Dadurch wird der Schwerpunkt dem Thorax ebenfalls mehr genähert, als bei der gewöhnlichen Anordnung der Muskeln.

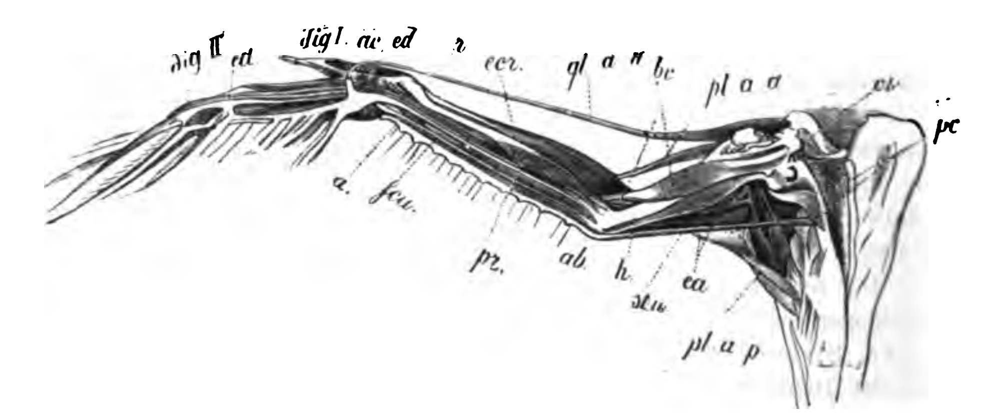



**Fig. 442.** Flügelmuskeln eines Vogels (nach C. G. Carus). *cl* Vorderes Schlüsselbein (*Furcula*). *h* Unteres Ende des Os humeri. *ab* Ellenbogengelenk. *r* Radius. *u* Ulna. *ac* Handgelenk. *dig.I* Daumen oder kurzer Finger der Hand. *dig.II* Zweiter oder langer Finger derselben. *pc* Brustmuskeln. *bc* Beuger des Ellenbogengelenkes (*Biceps humeri*). *ea* Strecker des Vorderarmes (*Triceps humeri*). *pl.a.p* Spanner der hinteren Flughaut (*Tensor plicae alaris posterioris*). *pl.a.a* Langer Spanner der vorderen Flughaut (*Tensor plicae alaris anterioris longus*). *pl.a.a'* Kurzer Spanner derselben (*Tensor brevis plicae alar. anterioris*). *ecr* Speichenstrecker des Handgelenkes (*Extensor carpi radialis*). *ed* Fingerstrecker (*Extensor dig. com.*) *fcu* Ellenbogenbeuger des Handgelenkes (*Flexor carpi ulnaris*). *st--u* Musculus sterno-ulnaris.

Manche der Flügelbewegungen werden gar nicht durch Muskeln, sondern durch eigenthümliche Mechanismen der Gelenke oder durch Spannung elastischer Gebilde u. dgl. bewirkt, wodurch gleichfalls eine Verminderung des Körpergewichtes erzielt wird. So ist z. B. ein elastisches Band von der Schulter bis zur Hand angelegt, das bei Streckung des Ellenbogengelenkes in Spannung versetzt wird, wo durch diese dann von selbst die Hand gestreckt wird. Ferner ist auch die Gelenkfläche des untern Endes des Humerus für den Radius von solch excentrischer Krümmung, dass bei der Beugung des Vorderarmes der Radius an der Ulna gegen die Hand sich verschiebt und die letztere nach der Ulnarseite beugt. Ebenso wird umgekehrt das Handgelenk durch denselben Mechanismus gestreckt, wenn das Ellenbogengelenk in Streckung versetzt wird.

Endlich ist die Einsenkung der Schwungfedern des Flügels in dessen Cutis und ihre Befestigung so veranstaltet, dass bei Spannung der Cutis und der darunter liegenden Fascie, welche eintritt bei der Streckung des Hand- und Ellenbogengelenkes, die Federn sich in einer Ebene ausspreitzen, um die Flugfläche zu bilden, bei der Abspannung der Cutis und Fascie aber vermöge der elastischen Zusammenziehung der ersteren sich zusammenlegen, also auch diese Bewegungen vollzogen werden ohne direkte Einwirkung von Muskeln.

Die hintern Gliedmassen sind nur für die Gangbewegung berechnet. Ihre Entwicklung in die Länge zeigt, ähnlich den Gliedmassen der Säugethiere, grosse Verschiedenheit, die hauptsächlich von den verschiedenen Verhältnissen abhängt, unter welchen die Vögel ihr Leben verbringen und ihre Nahrung gewinnen müssen. Vögel, die auf Bäumen und dgl., oder im Wasser sich vorzugsweise aufhalten und hier ihre Nahrung suchen, oder letzterer im Fluge nachhaschen, haben im Allgemeinen kürzere Beine, als solche, welche auf dem Lande umherlaufen oder durch Sümpfe waten müssen, um ihre Nahrung zu finden. Daher haben Singvögel, Klettervögel, Schwimmvögel (Fig. 443) u. a. kürzere Beine als Watvögel (Fig. 444), Stelzen- und Laufvögel, die lange Beine besitzen. Letzteren (Fig. 445) kommen die langen Beine um so mehr zu Statten, als durch ihren schnellen Lauf sie das ihnen abgehende Flugvermögen ergänzen müssen. Bezüglich dieser Schnellläufigkeit erinnern sie an die langbeinigen Säugethiere (Einhufer, Wiederkäuer).

Die Gliederung der hinteren Gliedmassen der Vögel ist derjenigen der Säugethiere sehr ähnlich. Wie bei diesen, zerfallen auch sie (Fig. 435) in Oberschenkel (*Femur*), Unterschenkel (*Crus*) und Fuss (*Pes*). Letzterer zerfällt aber nur in Mittelfuss oder s. g. Lauf (*Metatarsus*) und in die Zehen (*Digiti*), da die Fusswurzeln (*Tarsus*) den Vögeln ganz allgemein abgehen. Nur bei Apteryx kommt, Owen zu Folge, ein kleiner



Fig. 443. Skelet vom weissen Schwan (*Cygnus olor*).

Fusswurzelknochen vor. Diese Eigenthümlichkeit des Fussskelets der Vögel findet ihre Erklärung in der Thatsache, dass im Embryonalzustande dieselben zwei knorpelige Tarsalstücke besitzen, ein oberes und unteres, von welchen das erstere aber später mit der Tibia verschmilzt und deren unteres Gelenkende bildet, das untere dagegen mit dem Metatarsus verwächst (Gegenbaur).

Der Oberschenkelknochen (*Os femoris*) ist von im Ganzen kräftiger Gestalt (*f*) und im Allgemeinen kürzer, als der Unterschenkel. Letzterer wird von der Tibia (*tb*) und einer verkümmerten Fibula (*fb*), sowie einer Patella gebildet. Diese ist meistens vorhanden, manchmal, wie beim afrikanischen Strauss, selbst doppelt. Wo sie aber fehlt, besitzt das obere Ende der Tibia einen oberarmartigen starken Vor-

sprung, der bei tauchenden Vögeln, besonders bei Colymbus u. a. selbst zu einem sehr langen pyramidalen Fortsatze (Fig. 446) sich entwickelt. Die Tibia bildet die Hauptgrundlage des Unterschenkels. Denn die Fibula, welche zwar in der Regel vorhanden ist und auch mit dem Oberschenkel articulirt, ist doch mehr oder weniger verkümmert, griffelförmig, und nie bis zum Fuss herabreichend, oft mit der Tibia verwachsen. Den Mittelfuss bilden zwei Knochen, ein Hauptknochen (*Os tarso-metatarsale*), welcher drei Zehen trägt, und ein kleiner Nebenknochen für den Daumen. (Fig. 447 *C.*). Der Hauptknochen des Metatarsus verhält sich wie der gleiche bei den Wiederkäuern oder der bei Dipus bipes. Er ist nämlich auch aus der Verschmelzung von drei in der Embryonalperiode getrennt angelegten hervorgegangen, nur dass mit seinem tibialen Ende auch noch das, beim Embryo vorhandene knorpelige untere Tarsalstück verschmolzen ist.



Fig. 444. Skelet von Cariama (*Dicholophus*).

Die Zahl und Stellung der Zehen ist sehr verschieden. Der Strauss (Fig. 447 *A.*) hat zwei Zehen, wovon indess eine von ganz besonderer Stärke ist (was an ein ähnliches Verhältniss beim Känguruh erinnert). Die Casuare (Fig. 447 *B.*) und manche Schwimm- und Tauchervögel (Fig. 446) haben drei Zehen.

Sonst (Fig. 447 *C.*) finden sich meistens vier Zehen vor, von denen jedoch der Daumen nach hinten gerichtet zu sein pflegt, während die übrigen vorwärts stehen. Bei den Klettervögeln (Fig. 447 *D.*) ist indess auch die äussere Zehe noch nach hinten gelegt, so dass zwei vorwärts

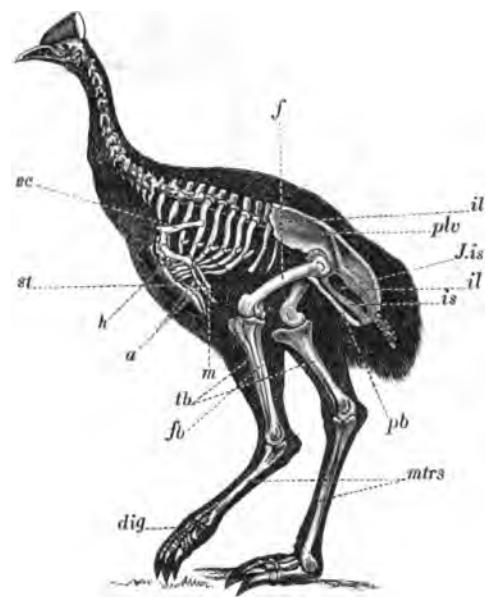



**Fig. 445.** Skelet vom indischen Casuar (*Casuarius galeatus*). Nach E. d'Alton. *cr* Knochenkamm auf der Stirn. *cv* Halstheil der Wirbelsäule. *d* Rückentheil (*Pars dorsalis*) derselben. *caud* Caudaltheil. *c* Sechs wahre Rippen (*Costae verae*). *c'* Drei vordere falsche Rippen. *c''* Zwei hintere falsche Rippen. *st* Brustbein (*Sternum*). *sc* Scapula. *h* Humerus. *a* Antibrachium. *m* Hand (*Manus*). *plv* Becken (*Pelvis*). *il* Darmbein (*Os ileum*). *is* Sitzbein (*Os ischii*). *pb* Os pubis. *J.is* Incisura ischiadica. *f* Os femoris. *tb* Tibia. *fb* Fibula. *t-mtrs* Tarso-metatarsus, aus einem Knochen bestehend. *dig* Zehen (3 an der Zahl).

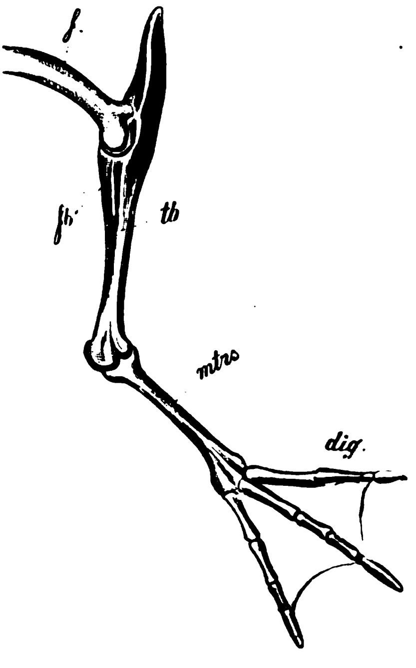



**Fig. 446.** Hintere Gliedmasse vom arctischen Seetaucher (*Colymbus arcticus*). *f* Femur. *tb* Tibia, nach oben in den pyramidalen Fortsatz ausgehend. *fb* Fibula. *mtrs* Metatarsus. *dig* Digiti.

und ebenso viele rückwärts gerichtet sind. Bei den Palmipeden (Fig. 447 *E*) indess, wenn sie vier Zehen besitzen, ist der sonst nach hinten gekehrte Daumen auch noch nach vorn gewendet. Meistens jedoch fehlt er denselben, wie Albatros, die Lumme u. a. Beispiele abgeben.

Die Gliederung der einzelnen Zehen ist indess nicht so gleichförmig, wie bei den Säugethieren. Die Zahl der Zehenphalangen steigt von innen nach aussen, so dass der Daumen die kleinste Zahl und der vierte Finger die grösste hat. Nämlich der Daumen hat zwei Glieder, die zweite Zehe drei und die dritte Zehe vier und die vierte Zehe endlich fünf Glieder. Doch gibt es auch hiervon einzelne Ausnahmen.

cc) Von den Gliedmassen der Amphibien.

Da der Stoffwechsel bei diesen Thieren sehr viel träger von Statten geht, als bei den höheren Wirbelthiern, in Folge davon auch das Nahrungsbedürfniss schwächer und das Bewegungsbedürfniss geringer ist — so sind die Gliedmassen im Allgemeinen auch schwächlicher, als bei jenen, ausgebildet, mehr nach aussen stehend und den Leib fast unmittelbar auf dem Boden hintragend; ja bei manchen fehlen sie selbst ganz.

Uebrigens zeigen sie noch die Gliederung in die typische Abtheilung, wie die höheren Wirbelthiere, nämlich in Oberarm und Oberschenkel, Unterarm und Unterschenkel, Hand und Fuss, und letzterer zerfällt auch wieder in eine Hand- und Fusswurzel, Mittelhand und Mittelfuss, und in Finger und Zehen.

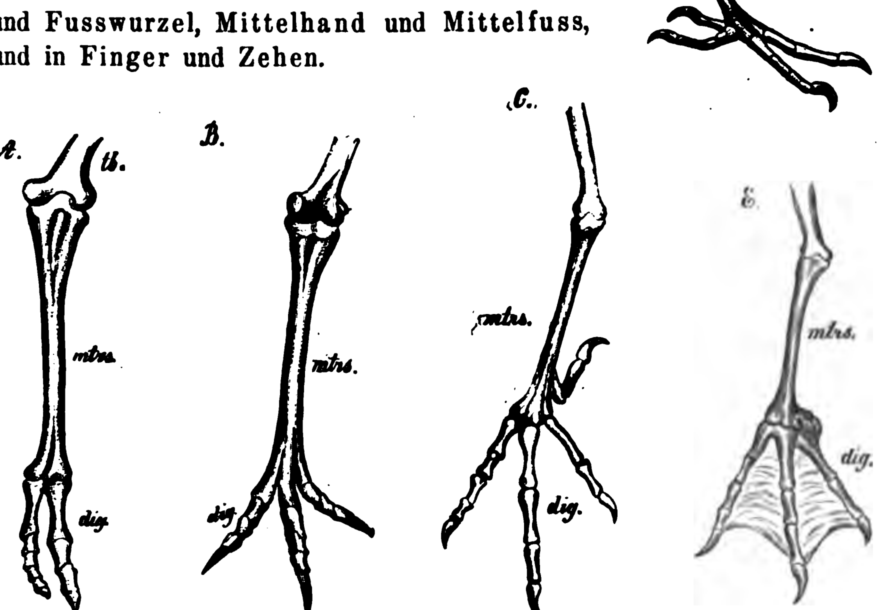



Fig. 447. *A—E.* Fusskelet der Vögel. *A.* Vom Strauss. *B.* Vom Casuar. *C.* Von Crax alector (Höckerhuhn). *D.* Vom Papagai. *E.* Vom Schwan. *tb* Tibia. *mtrs* Metatarsus. *dig* Digiti.

Die Fibula articulirt bei den beschuppten Amphibien, besonders den meisten Sauriern (Fig. 448) und Krokodilen (Fig. 450), mit dem Oberschenkelbein. Eine Patella ist ein seltenes Vorkommniss bei wenigen Sauriern (Monitor, Lacerta u. a.), und unter den Cheloniern bei Terrapene clausa. Dagegen findet man öfter (bei einzelnen Sauriern und Cheloniern) an der Streckseite des Ellenbogengelenkes ein kniescheibenähnliches Sesambein — s. g. Patella brachialis — vor. — Hand- und Fusswurzel zeigen bezüglich der Zahl ihrer Glieder grosse Verschiedenheiten. Bei den Cheloniern besteht der Carpus meistens aus 9 Stücken, die in 2 Reihen liegen (Fig. 449). Bei den Sauriern ist ihre Zahl schon kleiner in Folge der Verschmelzung einzelner Carpalstücke mit einander, und wo einzelne Finger eingehen, tritt noch eine weitere Verminderung ein. Am weitesten gehend ist die Umgestaltung und Reduction des Carpus bei den Krokodilen (Fig. 450). Zwei Knochen der ersten Reihe des Carpus, ein radialer und ulnarer, praevaliren durch ihre Stärke über die andern und entwickeln sich der Art in die Länge, dass sie wie Metacarpalknochen sich ausneh-

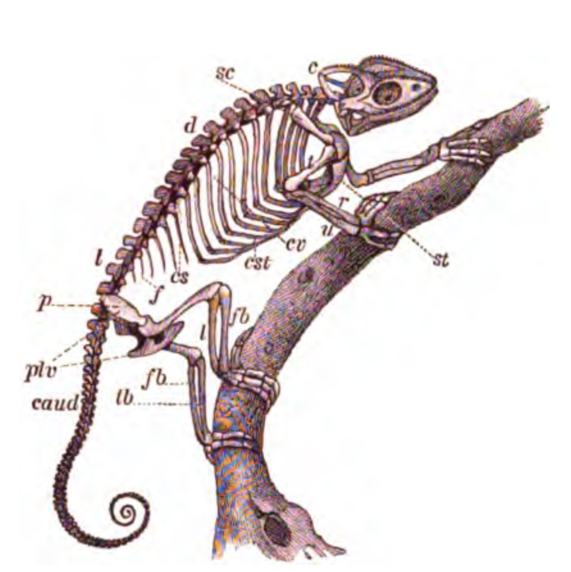



Fig. 448. Skelet vom Chamaeleon. *c* Halstheil der Wirbelsäule. *d* Dorsaltheil. *l* Lendentheil. *p* Beckentheil. *caud* Caudaltheil. *cv* Costae verae. *cs* Costae spuriae. *cst* Costae sternales. *st* Sternum. *sc* Scapula. *h* Humerus (ist fälschlich mit *t* bezeichnet). *r* Radius. *u* Ulna. *f* Femur (die punktirte Linie zeigt fälschlich auf die falschen Rippen *cs*). *fb* Fibula. *tb* Tibia.

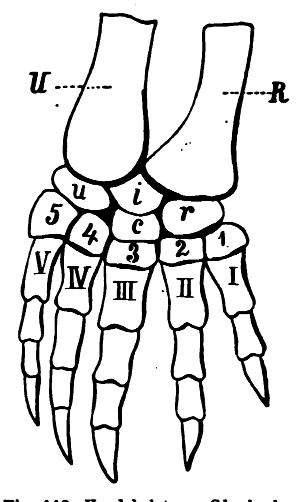



Fig. 449. Handskelet von Chelydra. *U* Ulna. *R* Radius. *r* Radiales Stück (*Radiale*) der ersten Reihe der Knochen des Carpus. *u* Ulnares Carpalstück derselben Reihe (*Ulnare*). *i* Zwischenstück (*Intermedium*). *1—5* Einzelglieder der zweiten Carpalreihe (*Carpalia*). *c* Centrale, zwischen beiden Carpalreihen liegend. *I—V* Ossa metacarpi. (Nach *Gegenbaur*.)

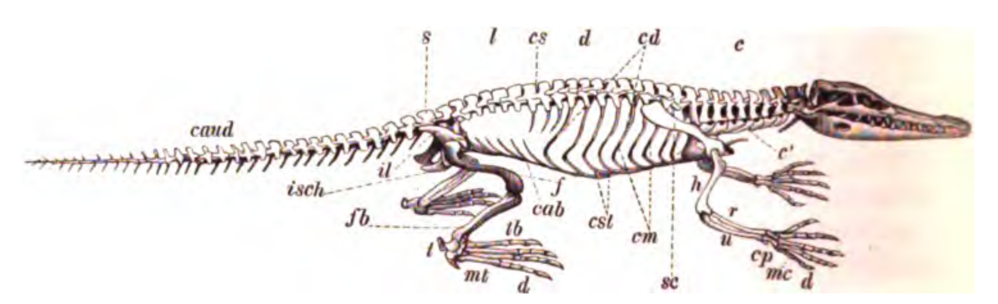



Fig. 450. Skelet vom Krokodil. *c* (8) Halswirbel. *d* Dorsalwirbel. *l* (5) Lendenwirbel. *s* Sacralwirbel. *caud* Caudalwirbel. *c'* Halsrippen. *cd* Dorsalrippen. *cst* Sternalrippen. *cm* Costae mediae. *cab* Bauchrippen (*Costae abdom.*). *sc* Scapula. *h* Humerus. *r* Radius. *u* Ulna. *cp* Carpus. *mc* Metacarpus. *d* Digiti. *il* Os ilei. *isch* Os ischii. *f* Femur. *tb* Tibia. *fb* Fibula. *t* Tarsus. *mt* Metatarsus. *d* Digiti.

men. Die Glieder der zweiten Carpalreihe dagegen sind verkümmert und zum Theil nur knorpelig vorhanden. Der Tarsus zeigt auch mancherlei Verschiedenheiten, welche durch Verschmelzung und Reduction einzelner seiner Stücke herbeigeführt werden. Im Allgemeinen liegen letztere in zwei Reihen, von welchen die hintere, die den Unterschenkel zu tragen hat, aus zwei Knochen, dem Astragalus und Calcaneus, zu bestehen pflegt. Nur bei manchen Emydea finden sich statt dessen vier vor. Besonders stark sind diese beiden hintern Tarsalknochen beim Krokodil (Fig. 450).

Die Finger und Zehen zeigen weniger in Hinsicht ihrer Zahl, als ihrer Gliederung manche Verschiedenheit. In der Regel sind fünf Finger und fünf Zehen vorhanden, die von der gleichen Zahl Mittelhand- und Mittelfussknochen getragen werden. Nur die Gliederzahl der Finger und Zehen ist sehr verschieden, indem einzelne unter der typischen Phalangenzahl von 3 bleiben, andere, wie namentlich die äussere vieler Saurier dieselbe bis zu fünf übersteigen. Sehr lang, aber doch nur aus vier Gliedern gebildet, war der äussere Finger bei der fossilen Flugeidexe (*Pterodactylus*), weil er die zwischen vorderer und hinterer Gliedmasse ausgespannte Flughaut zu tragen hatte. Bei dem Chamäleon (Fig. 448) ist die Stellung der Finger und Zehen derart verändert, dass an der Hand zwei äussere Finger drei innern, am Fusse dagegen die zwei innern Zehen drei äussern entgegengestellt sind, was an den Fuss der Klettervögel erinnert (Fig. 447).

Die Gliedmassen der Seeschildkröten sind mehr zu flossenähnlichen Ruderorganen umgestaltet, ähnlich wie bei den Cetaceen dies schon der Fall war. Noch mehr und den Flossen der Fische ähnlicher waren die Gliedmassen bei den fossilen Reptilien, bei Plesiosaurus und Ichthyosaurus (Fig. 451).



Fig. 451. Vordere Gliedmasse von Ichthyosaurus. *h* Humerus.

Wie schon bei den Cetaceen (Fig. 439) die zum Ruderorgan umgebildeten vorderen Gliedmassen eine Verkümmerung des Ober- und Vorderarmes zeigten, die sich in ansehnlicher Verkürzung der Knochen und Wegfall ihrer Gelenkverbindungen kund gab, so verkürzen sich diese Abschnitte der Gliedmassen auch bei den genannten fossilen Sauriern in noch höherem Maasse. Der dem Oberarm entsprechende Knochen hat noch eine einigermaassen ansehnliche Länge, dagegen sind die beiden Vorderarmknochen bei Plesiosaurus sehr verkürzt und bei Ichthyosaurus in solchem Grade, dass sie von den Carpalstücken und den andern die Hand bildenden Gliedern kaum noch verschieden sich zeigen, vielmehr in diese aufgegangen zu sein scheinen. Die Hand lässt daher nur noch bei Plesiosaurus einen Carpus, Metacarpus und Digiti einigermaassen unterscheiden, nicht mehr aber bei Ichthyosaurus. Die sämmtlichen Glieder der Hand des letztern liegen, den Fingergliedern ähnlich, in langen Reihen, welche die Träger der darüber ausgespannten Flossenhaut abgaben und den Flossenstrahlen der Fische vergleichbar sind. Die Zahl dieser Strahlen ist indessen noch gering, derjenigen der Finger höherer Thiere entweder noch gleich, oder kaum dieselbe übersteigend. Zwei dieser Strahlen, der innere und äussere, deren erste Glieder von den verkümmerten Vorderarmknochen

stammen, sitzen auf dem Humerus, als ihrem Basalstücke unmittelbar auf, während die andern dazwischen liegenden von dem innern (in der Fig. 451 linksrandig stehenden) Hauptstrahl gleichsam Abzweigungen darstellen.

Bei den nackten Amphibien treten besonders am Vorderarm und Unterschenkel, an der Hand und am Fuss manche Modifikationen auf. Pipa u. a. Batrachier besitzen auch eine s. g. Patella brachialis, während die eigentliche Patella fehlt. Ganz allgemein verschmelzen bei ungeschwänzten Batrachiern Radius und Ulna, Tibia und Fibula zu einem gemeinsamen Knochen — Os radioulnare — Os tibiofibulare —. Am Carpus und Tarsus ergeben sich ebenfalls Verschiedenheiten, die durch Verschmelzung oder Reduktion einzelner Theile derselben veranlasst werden.

Bei den geschwänzten Batrachiern und manchen Perennibranchiaten besteht der Carpus aus zwei Querreihen, theils knöcherner, theils knorpeliger Glieder, welche die einfachste Anlage (Fig. 452) der Handwurzel darstellen, von welcher die der höheren Wirbelthiere nur Modificationen durch Verschmelzung und Reductionen einzelner Glieder darstellen. Die erste Reihe besteht aus drei Stücken, einem radialen ($r'$), ulnaren ($u'$) und mittleren oder Zwischenstück (*Intermedium* [$i$]). Die zweite Reihe besteht aus fünf Carpalstücken (*Carpalia*), d. h. soviel, als Finger resp. Mittelhandknochen (*mcp*) zu tragen sind. Zwischen beiden Carpalreihen kommt noch eines (das aus zwei verschmolzen entstanden gedacht wird) zu liegen ($c$), welches das Centrale heisst. Bei den schwanzlosen Batrachiern erfolgen schon Reduktionen, weil erstlich die beiden Vorderarmknochen verschmolzen und dann die Zahl der Finger vermindert ist. Das Intermedium fällt (durch Verschmelzung mit dem Ulnare) hier aus, und das Centrale legte sich an die Aussenseite des Radiale. Die Carpalstücke der zweiten Reihe verschmelzen gleichfalls theilweise mit einander, so dass ihre Zahl sich vermindert. Aehnlich dem Carpus verhält sich der Tarsus der nackten Amphibien. Auch er bildet den Ausgangspunkt für das Verständniss des Tarsus der höheren Thierformen. Er besteht bei den Salamandrinen (Fig. 453) und einigen Perennibranchiaten aus zwei Reihen, von

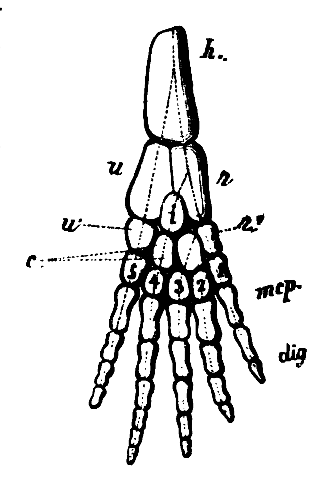



Fig. 452. Schema der vorderen Gliedmasse eines Amphibiums (nach Gegenbaur). *h* Humerus. *r* Radius. *u* Ulna. *r'* Radiales Carpalstück (*Radiale*). *u'* Ulnares Carpalstück (*Ulnare*). *i* Zwischenstück (*Intermedium*. *1—5* Carpalstücke (*Carpalia*), welche die untere Carpusreihe bilden und die Träger der 5 Metacarpalknochen (*mcp*) sind. *dig* Finger.

welchen die erste, die den Unterschenkel trägt, aus drei Stücken, einem tibialen fibularen und einem Zwischenstück (*Intermedium*), — die zweite Reihe aus fünf Tarsalstücken (*Tarsalia*), welche die fünf Mittelfussknochen tragen, gebildet wird, und zwischen welchen beiden Reihen auch noch ein Centrale sich befindet. Bei den ungeschwänzten Batrachiern treten sehr ansehnliche Reduktionen ein, in dem das Intermedium und Centrale ausfallen, das Tibiale und Fibulare (*Astragalus* und *Calcaneus*) zu langen Knochen auswachsen, und die Tarsalia wie Sesambeine an die Plantarseite rücken.

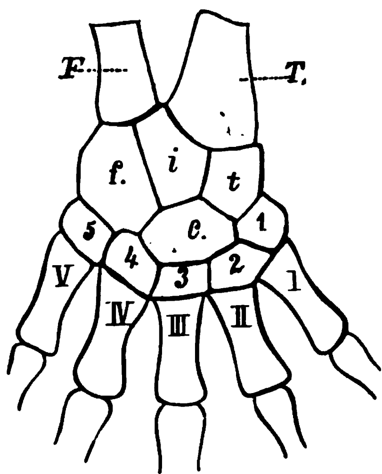



**Fig. 453.** Fusskelet von Salamandra maculata. *T* Unteres Ende der Tibia. *F* Fibula. *t* Tibiales Tarsalstück (*Tibiale*). *f* Fibulares Tarsalstück (*Fibulare*). *i* Zwischenstück (*Intermedium*). *1—5* fünf Tarsalstücke (*Tarsalia*), welche die zweite Reihe bilden. *c* Centrale, zwischen beiden Tarsalreihen liegend. *I—V* Ossa metatarsi. (Nach Gegenbaur.)

Die Finger und Zehen erleiden bezüglich ihrer Zahl verschiedene Reduktionen, namentlich sind die Finger der Hand bei den Batrachiern meistens auf vier herabgesunken, während die Zehen noch in der 5. Zahl vorhanden sind. Bei andern indess, z. B. Perennibranchiaten können letztere noch in höherem Maasse sich vermindern, als erstere. So sind die Finger bei Proteus auf drei reducirt, die Zehen dagegen auf zwei vermindert.

### dd) Von den Gliedmassen der Fische.

Sie werden von den Flossen dargestellt, welche Ruderorgane sind. Ihre Zahl ist meistens grösser, als bei den höheren Thieren, und zerfallen in unpaare und paarige. Die ersteren sind die Rücken-, Schwanz- und Afterflossen; die letzteren die Brust- und Bauchflossen (Fig. 454). Die Brustflossen entsprechen den vorderen, die Bauchflossen den hinteren Gliedmassen der höheren Wirbelthiere.

Die unpaaren Flossen stehen vertical in der Medianlinie des Körpers und vergrössern für die Seitenbewegungen des Körpers die Seitenfläche des letzteren.

Von den paarigen Flossen stehen die Brustflossen auch vertical, die Bauchflossen aber horizontal. Die verschiedenen Flossen und ihre Stellung beziehen sich auf die Vermittlung der Bewegung in verschiedener Richtung, wie seitwärts, nach vorn und auf- und abwärts steigend. Die Brustflossen erreichen bei einzelnen Fischen eine ganz bedeutende Vergrösserung in der Fläche, wie z. B. bei den Rochen, wo ihr vorderes

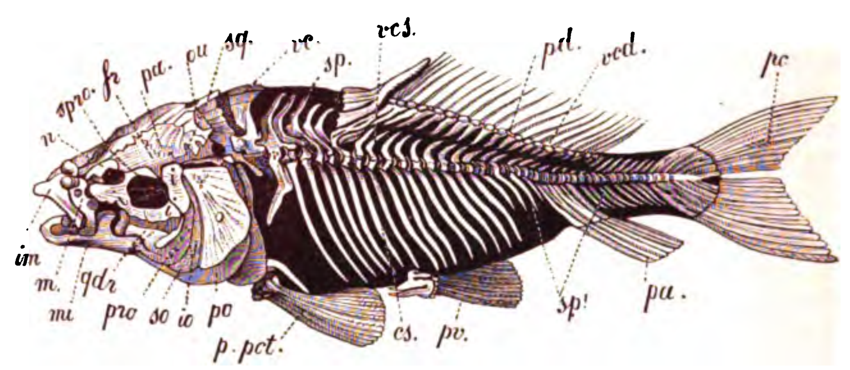



**Fig. 454.** Skelet von Cyprinus Carpio. Kopf. *o* Os occipitis. *pa* Os parietale. *fr* Os frontale. *n* Os nasale. *m* Os maxillare superius. *mi* Os maxillare inferius. *im* Os intermaxillare. *qdr* Os quadratum. *spro* Ossa supraorbitalia. *i* Ossa infraorbitalia. *sq* Os squamosum. *o* Operculum. *pro* Praeoperculum. *io* Interoperculum. *so* Suboperculum, oft mit dem vorhergehenden zu einem Stück verschmolzen. *po* Postoperculum. Rumpf. *vc* Die zwei ersten verschmolzenen Wirbel. *vcs* Rippentragende Wirbel. *vcd* Caudalwirbel. *sp* Process. spinosi und obere Wirbelbogen. *sp'* Untere Wirbelbogen und Process. spinosi inf. — Gliedmassen. *p.pct* Brustflossen (*Pinnae pectorales*). *pv* Bauchflossen (*Pinnae ventrales*). *pc* Schwanzflosse (*Pinna caudalis*). *pd* Rückenflosse (*Pinna dorsalis*). *pa* Afterflosse (*Pinna analis*).

Ende mit dem Kopfe sich verbindet und die den Rochen eigene breite, flache Körpergestalt bedingt. Bei andern, wie bei Trigla, namentlich aber bei dem s. g. fliegenden Fisch (*Exocoetus*) verlängern sich die Brustflossen flügelartig nach hinten, so dass sie bis fast an das Schwanzende reichen und diesen Thieren als Fallschirm dienen, wenn sie sich aus dem Wasser in die Höhe geschnellt hatten, so dass sie etwas in der Höhe sich halten, die Richtung durch Bewegung dieser Flossen bestimmen, aber nicht die Vorwärtsbewegung selbst dadurch steigern können. Bei manchen Fischen, wie Lophius (Fig. 455) und Chironectes sind die Brustflossen armartig gestaltet, was die Thiere befähigt, ans Ufer hervorzukriechen und

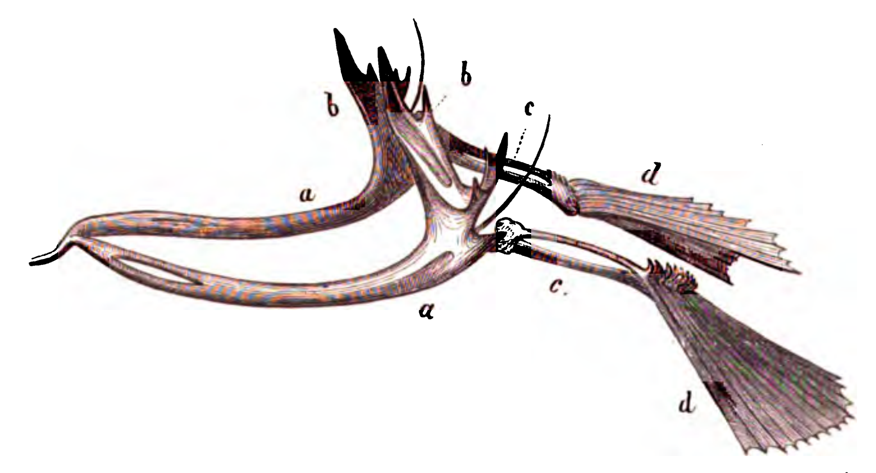



**Fig. 455.** Schultergürtel und Brustflosse von Lophius. *a* Clavicula. *b* Scapula. *c* Zwei, dem Radius und der Ulna ähnliche lange Knochen, welche die Flossen (*d*) tragen und Ueberreste der reducirten primären Flossenradien sind.

längere Zeit daselbst sich aufzuhalten, da die Enge ihrer Kiemenspalten ihre Kiemen vor zu rascher Austrocknung schützt.

Die Bauchflossen zeigen eine grosse Wandelbarkeit ihrer Befestigungsstellen; von der Gegend nahe beim After können sie bis unmittelbar hinter die Brustflossen, ja selbst vor die letzteren (Kehlflossen) sich versetzen. Bemerkenswerth sind manche Umwandlungen, welche die Bauchflossen erfahren können. So z. B. die Verwachsung derselben zu einer Scheibe bei Cyclopterus, an welche sie sich anheften. Einen verwandten Haftapparat trägt der s. g. Schiffshalter (*Echeneïs*) auf dem Scheitel, welcher aus einer Umwandlung der Rückenflosse hervorgegangen ist.

Was den Bau betrifft, so bestehen die unpaaren Flossen aus einer verschiedenen Anzahl stabförmiger Knochen oder Knorpelstücke, welche von der in eine mediane Falte erhobenen äusseren Bedeckung — Flossenhaut — überzogen sind und Flossenstrahlen heissen. Sie werden an der Rücken- und Afterflosse (Fig. 454 *pd pa*) von besondern, nach unten spitz auslaufenden Knochenstücken getragen — Flossenträger —, welche an die obern und untern Dornfortsätze der Wirbel geheftet sind. An der Schwanzflosse fehlen sie, da die Flossenstrahlen unmittelbar sich auf die obern und untern Dornfortsätze der letzten Schwanzwirbel stützen. Die Skeletstücke dieser unpaaren Flossen gehen aus Ossifikationen der äusseren Bedeckung hervor, welche in verschiedenem Grade erfolgen, auch wohl ausbleiben. Daher manche Fische an ihrer Stelle nur eine mediane Hautfalte tragen.

Die paarigen Flossen, welche man nicht mit Unrecht den Gliedmassen der höheren Thiere vergleicht, zeigen eine auf Kosten der übrigen Abtheilungen reichgliederig entwickelte Hand und Fuss, deren, Finger und Zehen darstellende, Flossenstrahlen aber selten (Bauchflossen bei Lophius, Fig. 456) in so kleiner Zahl, als die Finger und Zehen noch in der Flosse von Ichthyosaurus (Fig. 451) vertreten waren, vorhanden sind, vielmehr ist dieselbe sehr vergrössert, so dass die Aehnlichkeit mit Hand und Fuss nahezu ganz sich verwischt, was noch gesteigert wird durch die Verkümmerung der dem Vorderarm und Unterschenkel, dem Oberarm und Oberschenkel entsprechenden Träger derselben, die zu einfachen, die Basis der Flosse

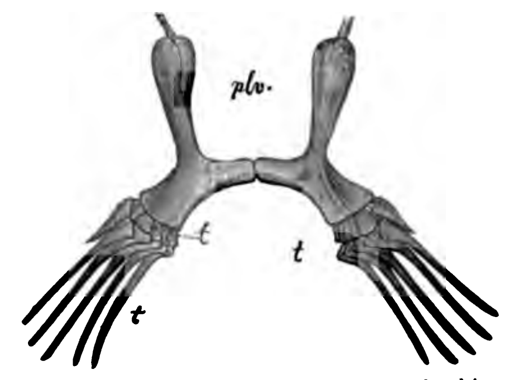


Fig. 456. Träger der Bauchflossen (Becken) vom Lophius. *plv* Beckengürtel. *t* Bauchflosse.

bildenden Stücken (*Basalia*) herabgesunken sind und nur schwierig die ursprünglichen Beziehungen zu dem Gliedmassenskelet der höheren Thiere erkennen lassen. Die über die Normalzahl der sonstigen Finger auftretenden gegliederten Flossenstrahlen, welche der Flosse eine grössere Flächenausbreitung verleihen sollen, setzen sich theils an die laterale (nicht digitale) Seite des dem Humerus entsprechenden Basalstückes, theils stützen sie sich auf, neben dem humeralen Basalstücke noch auftretende zwei accessorische Basalia, die aus einer Umwandlung und Verschmelzung der obersten Glieder solcher Flossenstrahlen hervorgingen, welche, anstatt lateral am humeralen Basale, am Schultergürtel selbst sich ansetzten. So kommt es, dass die Flosse, z. B. bei Selachiern, schliesslich eine solche Form und Zusammensetzung erhält (Fig. 457), dass auch eine entfernte Aehnlichkeit mit der Hand der höheren Thiere zu fehlen und die Zurückführung auf den Plan, nachdem die Hand der letzteren angelegt sich zeigt, unmöglich scheint. Dazu kommt noch weiter, dass bei den Knochenfischen die Flossenstrahlen der paarigen Flossen ebensowohl, als bei den unpaaren Flossen, aus Ossificationen der äussern Bedeckung, d. h. der Flossenhaut entstanden, also secundäre Bildungen des Flossenskelets sind.

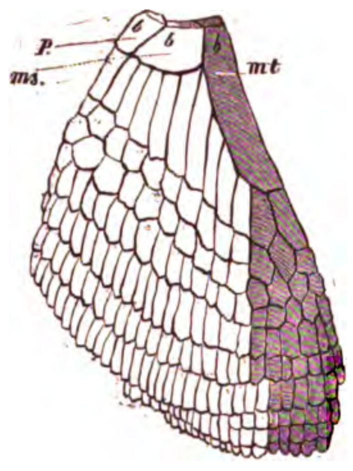


Fig. 457. Schema der Brustflosse eines Selachiers (nach Gegenbaur). *b* Basalia. *p* Propterygium. *ms* Mesopterygium. *mt* Metapterygium.

Und dennoch lässt sich in diese scheinbar so differente Gliedmassenbildung ein Ausgangspunkt für das Verständniss des Planes gewinnen, nachdem das Skelet der Gliedmassen der höheren Wirbelthiere angelegt ist. Es ist ein Verdienst Gegenbaur's [1]), diesen Grundplan genauer beleuchtet zu haben. Die Brustflossen der Selachier (Fig. 457) liefern diesen Ausgangspunkt. Bei den Rochen, bei welchen die Brustflosse eine so bedeutende Ausdehnung in die Breite, nach hinten und vorn hat, wird die Basis aus drei grossen Knorpelstücken (*Basalia*) gebildet, welche, an den Schultergürtel angelenkt, die Träger der äusserst zahlreich gegliederten Flossenstrahlen abgeben, so dass jedes dieser Basalia eine gewisse Zahl von Strahlen trägt, und dadurch die Flosse in drei Abtheilungen sich scheiden lässt, von denen jede ein Basale und eine gewisse Anzahl von diesen getragener, gegliederter Flossenstrahlen besitzt, also wie aus drei-Einzelflossen gebildet erscheint.

---

[1]) Vergl. dessen Untersuchungen zur vergl. Anatomie der Wirbelthiere. 1. u. 2. Heft. Leipzig 1864.

Gegenbaur bezeichnet diese drei Abschnitte der Selachierflosse Propterygium (*p*), Mesopterygium (*ms*) und Metapterygium (*mt*). Bei den Rochen sind alle drei sehr entwickelt, während bei den Haien (Fig. 457) das Propterygium entweder gar nicht oder nur schwach ausgebildet zu sein pflegt. Ja bei manchen kann auch das Mesopterygium verkümmern oder selbst ganz in Wegfall kommen. Nur das Metapterygium fehlt niemals, stellt demnach den beständigen Hauptttheil des Flossenskelets dar, der den Ausgangspunkt zur Vergleichung der Flossen mit den Gliedmassen der höheren Thiere gewährt.

Wo das Metapterygium allein die Flosse bildet, stellt es einen, aus gegliederten Knorpelstücken zusammengesetzten Stamm dar, der mit dem Schultergürtel durch Gelenk verbunden ist und nicht blos digital, sondern auch an beiden Seiten mit gegliederten Flossenstrahlen oder Radien besetzt zu sein pflegt. Diese Form von Flosse, die nur in einzelnen Fällen (z. B. bei Cerotodus) sich noch vorfindet, betrachtet Gegenbaur als die Grundform, welche den ersten und niedersten Zustand des Flossenskelets darstelle, daher von ihm Archipterygium bezeichnet wurde.

Bei den Ganoiden findet sich nicht allein die schon bei den Haien bemerkte Reduktion des Brustflossenskelets, sondern es werden nun auch die peripherischen Enden der Flossenstrahlen von der Rückbildung ergriffen, so dass die Radien kürzer und ihre Zahl kleiner wird. Diese Reduktion des primären Flossenskelets wird indess wieder ersetzt und ergänzt durch sekundäre Knochenbildungen, welche, den Knochenstrahlen der unpaaren Flossen ähnlich, aus Ossifikationen der Flossenhaut entstehen.

Diese Anordnung bei den Ganoiden bildet den Uebergang und das Verständniss zu den Einrichtungen, welche das Brustflossenskelet der Knochenfische zeigt. Hier ist die Reduktion des Flossenskelets noch sehr viel weiter geführt. Die primären Radien sind nahezu geschwunden; von dem ganzen primären Stützapparat der Brustflosse ist nur eine kleine Anzahl (4—5), meistens gleichartig geformter Stücke übrig (Fig. 458 *g*). Sie geben die Stütze für das sekundäre Skelet der Flossenstrahlen (*h*) ab. Bei Lophius u. a. (Fig. 455 *c*) sind solcher Stücke nur zwei vorhanden, die, sehr in die Länge entwickelt, einem Vorderarm nicht unähnlich sind und der ganzen Brustflosse eine gewisse Armähnlichkeit verleihen. Basalstücke lassen sich nur bei Wenigen und auch da nur schwer auf ihre ursprüngliche Beziehung zurückführen. Bei den Cyprinoiden u. a. wird die Brustflosse von drei Basalstücken gestützt (Fig. 458), die man dem Humerus und den beiden Vorderarmknochen (Radius u. Ulna) zu vergleichen pflegt. Bei andern (Lophius u. a.) (Fig. 455) fehlen solche gänzlich, dafür sind aber die Flossen von zwei langen, dem Radius und der




**Fig. 458.** Brustflosse vom Karpfen (*Cyprinus Carpio*). *a* Clavicula. *b* Scapula. *c* Suprascapulare. *d e f* Basalstücke, von denen *d* dem Humerus, *e* u. *f* dem Radius und der Ulna verglichen werden. *g* längliche kleine Knochenstücke, welche das secundäre Skelet der Flosse (*h*) tragen und Ueberreste des primären Stützapparates der Flosse sind.

Ulna ähnlichen, Knochen getragen, welche Ueberreste der reducirten primären Flossenradien sind.

Für den Bau der Bauchflossen (Fig. 454 *pv*) gilt das Gleiche, was oben über die Brustflosse festgestellt wurde. Ihr Skelet ist bei den Selachiern von ähnlicher Einrichtung und gewährt denselben Ausgangspunkt für den Vergleich mit der hinteren Extremität der höheren Thiere, als die Brustflosse den mit der vorderen gestattete. Bei der überhaupt geringen Ausbildung der ganzen Bauchflosse ist indess das Propterygium nicht zur Ausbildung gekommen; auch das Mesopterygium ist nur rudimentär geblieben (aus dem Basale und wenigen Radien bestehend), so dass das Metapterygium wie derjenige Abschnitt ist, welcher entweder hauptsächlich oder ausschliesslich das Skelet der Flosse bildet. Auch findet bei den Ganoiden eine der peripherischen Rückbildung der Brustflosse ähnliche Reduktion ihres Skelets statt, was dann wieder den Uebergang zu dem Bauchflossenskelet der Knochenfische anbahnt. Wie bei der Brustflosse, so wird auch bei der Bauchflosse die Reduktion des primären Flossenskelets durch sekundäre Knochenbildungen der Bedeckung ergänzt.

## Rückblick.

Sehen wir auf das Gliedmassenskelet der verschiedenen Wirbelthiere noch einmal zurück, so ist bei aller Verschiedenheit und Mannigfaltigkeit, wie sie Verschiedenheit der Leistung u. dgl. bedingen konnte, doch ein Grundplan, nachdem sie angelegt sind, nicht zu verkennen. Denselben birgt das Metapterygium (Fig. 459) der Brustflosse der Selachier oder, wo dieses allein die Flosse bildet, das Archipterygium (Gegenbaur). Die von der Flosse dargestellte Hand besteht indess hier zum Behufe der Bildung einer breiten Ruderfläche noch aus einer grossen Anzahl von Fingern d. h. Flossenstrahlen, ist also eine polydactyle Hand. Auch ist die Gliederung der Strahlen noch eine sehr viel reichlichere, als bei den höheren Wirbelthieren die der Finger zu sein pflegt. Ein Skeletstück — Basale — von noch mehr gedrungener Gestalt bildet den Träger dieser fingerreichen Hand und vermittelt die Verbindung mit dem Schultergürtel. Das Gleiche gilt auch für die Bauchflosse, die das Homologon der hintern Gliedmassen höherer Wirbelthiere ist.

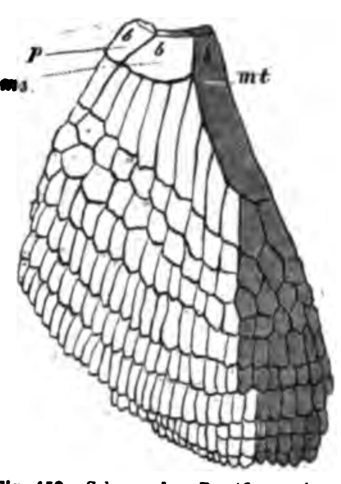


Fig. 459. Schema der Brustflosse eines Selachiers (nach Gegenbaur). *b* Basalia. *p* Propterygium. *ms* Mesopterygium. *mt* Metapterygium.

Bei den Enaliosauriern, bei welchen die Zahl der Finger und Zehen bedeutend sich vermindert hat, sonst aber die Flossen noch fischähnlich gebaut sind, wird der Uebergang zu der pendactylen Gliedmassenform der höhern Wirbelthiere vorbereitet, indem die Zahl der Flossenstrahlen, d. i. die der Finger bei Ichthyosaurus (Fig. 451) auf 6, bei Plesiosaurus sogar auf 5 reducirt wird, und aus den ersten Gliedern der beiden randständigen Flossenstrahlen die beiden Skeletstücke des Vorderarmes (Radius u. Ulna) und des Unterschenkels (Tibia u. Fibula) hervor sich bilden.

Bei den übrigen Amphibien tritt die 5fingerige Gliedmassenform definitiv auf. Die beiden Vorderarmknochen (Radius u. Ulna) und die beiden des Unterschenkels (Tibia u. Fibula) sind bestimmter von der Hand und dem Fuss unterscheidbar. Die Gliederzahl der letztern ist bedeutend vermindert und durch Differenzirung in Carpus, Metacarpus und eigentliche Digiti gesondert.

Der hier zuerst auftretende Carpus und Tarsus kann als die primitive Form angesehen werden. Es besteht der Carpus (Fig. 460)

aus zwei Querreihen und einem Zwischenstück. Die oberste (proximale) Querreihe des Carpus wird gebildet aus einem unter dem Radius liegenden Stück — Radiale — einem auf die Ulna folgenden — Ulnare — und einem Zwischenstück — Intermedium. — Die zweite (distale) Reihe besteht aus 5 Stücken (*Carpalia*), entsprechend den 5 zutragenden Metacarpalknochen. Zwischen beiden Reihen liegt noch ein Centrale, das indess hypothetisch in zwei (Centralia) getheilt gedacht wird (Fig. 452 *c*). Der Tarsus (Fig. 461) wird, wie der Carpus, auch aus zwei Querreihen und einem Zwischenstück zusammengesetzt. Auch hier besteht die oberste Querreihe aus drei Stücken, einem Tibiale, Fibulare und Intermedium, — die untere Querreihe aus fünf Tarsalia, welche die fünf Mittelfussknochen tragen, und zwischen beiden Reihen befindet sich noch ein Centrale. Wo besondere Leistungen eine Abänderung, beziehungsweise eine Verminderung nothwendig machen, kann solche durch Verschmelzung einzelner Stücke untereinander oder der beiden Reihen mit nachbarlichen Knochen, mit denen des Unterschenkels und Mittelfusses, wie bei Vögeln, erzielt werden. Wo die Zahl der zu tragenden Finger sich vermindert, können einzelne Carpal- oder Tarsalstücke auch ganz in Wegfall kommen, was aber nur die Knochen der zweiten Carpal- und Tarsalreihe, wie die Glieder der obern Reihe treffen kann. Die Verminderung der Zahl der Glieder der untern Carpalreihe kann auch dann eintreten, wenn die Fünfzahl der Finger zwar noch vorhanden ist, aber die Hauptleistung nur auf einigen davon ruht und die andern, mehr wie Nebenfinger fungirend, schwächer ausgebildet sind. Darauf beruht es, dass beim Krokodil, dessen Hand zwar fünf Finger besitzt, wo aber nur die drei innern kräftig ausgebildet sind und sonach gleichsam Hauptfinger darstellen, dem entsprechend die Carpalia auf zwei reducirt sind. Neben diesen typischen Stücken können auch accessorische noch auftreten, wie am Carpus das Os pisiforme, das den Werth eines Sesambeins hat, ein solches darstellt.

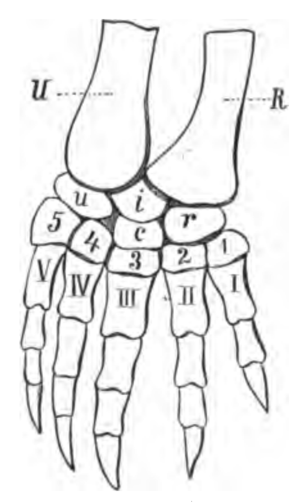



**Fig. 460.** Handskelet von Chelydra. *U* Ulna. *R* Radius. *h* Radiales Stück (*Radiale*) der ersten Reihe der Knochen des Carpus. *u* Ulnares Carpalstück derselben Reihe (*Ulnare*). *i* Zwischenstück (*Intermedium*). *1*—*5* Einzelglieder der zweiten Carpalreihe (*Carpalia*). *c* Centrale, zwischen beiden Carpalreihen liegend. *I*—*V* Ossa metacarpi. (Nach *Gegenbaur*.)

Bei den Säugethieren und dem Menschen ist die Zahl der Carpalknochen selten 9 (wie bei Lepus), sondern meistens nur 8, oder selbst noch kleiner, was theils durch die Verminderung der Zahl der Finger und Zehen, theils durch Verschmelzung einzelner Carpalstücke ver-

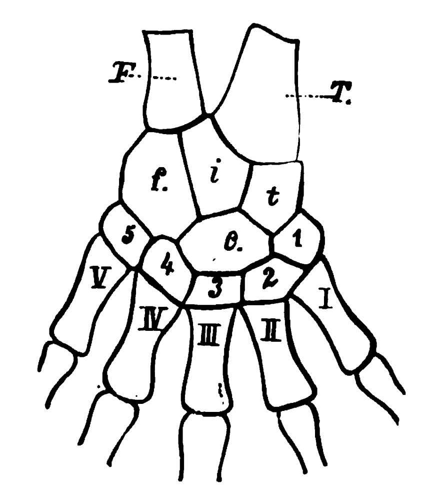



Fig. 461. Fusskelet von Salamandra maculata. *T* Unteres Ende der Tibia. *F* Fibula. *t* Tibiales Tarsalstück (*Tibiale*). *f* Fibulares Tarsalstück (*Fibulare*). *i* Zwischenstück (*Intermedium*). *1—5* fünf Tarsalstücke (*Tarsalia*), welche die zweite Reihe bilden. *c* Centrale, zwischen beiden Tarsalreihen liegend. *I—V* Ossa metatarsi. (Nach Gegenbaur.)

anlasst wird. So verschmelzen sehr allgemein das Carpale 4 und 5 zu dem Os hamatum und das Carpale 3 mit dem Centrale zu dem Os capitatum, so dass der Carpus, wenn man von dem accessorischen Os pisiforme absieht, aus sieben Knochen gebildet wird, wovon drei die obere Reihe und vier die untere bilden. Das Radiale (Fig. 460) des primitiven Carpus wird zum Naviculare, das Ulnare zum Triquetrum und das Intermedium zum Lunatum der höhern Wirbelthiere und des Menschen. Von den vier Knochen der zweiten Reihe entspricht das Carpale 1 dem Multangulum majus, das Carpale 2 dem Multangulum minus, das Carpale 3 mit dem Centrale dem Capitatum und das Carpale 4 und 5 dem Hamatum.

Die neun Stücke des primitiven Tarsus (Fig. 461) erleiden ähnliche Verminderung durch Verschmelzung einzelner derselben. Von den Knochen der oberen *(femoralen)* Tarsalreihe wird das Tibiale zum Naviculare, das Intermedium mit dem Centrale verschmelzend, zum Astragalus und das Fibulare zum Calcaneus. Von den 5 Tarsalia verschmelzen das Tarsale *4* u. *5* zu dem, dem Hamatum homologen Cuboïdeum, während die Tarsalia *1—3* die Oss. cuneïformia *I—III* bilden. Nach Gegenbaur geht der Astragalus aus Tibiale und Intermedium, und das Naviculare aus dem selbständig bleibenden Centrale hervor. Da nun am Tarsus ein, dem Os pisiforme der Handwurzel entsprechender accessorischer Knochen nicht vorkommt, so besteht derselbe, statt aus 8, nur aus 7 Knochen, deren Zahl aber auch sich vermindern kann, wenn die Zahl der zu tragenden Zehen kleiner wird.

### Vergleichung der vorderen und hinteren Gliedmassen.

Bei schon oberflächlicher Betrachtung der vordern und hintern Gliedmassen ist nicht zu verkennen, dass der Oberarm dem Oberschenkel, der Ellenbogen dem Knie, der Unterarm dem Unterschenkel und die Hand dem Fusse entsprechen und die einzelnen Abtheilungen der letztern einander sehr ähnlich sind. So unterliegt es gar keinem Zweifel, dass Carpus

und Tarsus, Metacarpus und Metatarsus, und die Finger und Zehen, Daumen und grosse Zehen, kleiner Finger und kleine Zehen u. s. w. homologe Theile der Gliedmassen sind. Nur bezüglich der Knochen des Unterarms und Unterschenkels konnte man im Zweifel sein, welcher der beiden des einen denen des andern homolog sei. Denn, wenn wir, von den Gliedmassen des Menschen und der demselben zunächst stehenden Säugethiere ausgehend sehen, dass an der Hand der Daumen der äussere Finger ist, die grosse Zehe dagegen innen ihre Lage hat, so ist es fraglich, ob der an der Aussenseite des Vorderarms liegende Radius der an derselben Seite des Unterschenkels liegenden Fibula entspreche, oder ob derselbe der an der Grosszehenseite des Unterschenkels, also an der inneren Seite liegenden Tibia entspreche, und umgekehrt, ob die Ulna, an der Kleinfingerseite der Hand liegend, der an der Innenseite des Unterschenkels liegenden Tibia oder der an der Kleinzehenseite des Fusses liegenden Fibula homolog sei.

Bei der Beurtheilung der Homologie der Skelettheile des Vorderarms und Unterschenkels spielte Olecranon und Patella eine wichtige Rolle. Denn da die Homologie vom Ellenbogengelenk und Kniegelenk über jeden Zweifel erhaben war, so glaubte man auch nicht über die Homologie von Olecranon und Patella im Zweifel sein zu dürfen. Viele (Winslow, Vicq-d'Azyr, Bourgery, Cruveilhier u. A.) sehen daher die Patella für ein abgelöstes Olecranon der Tibia und das Olecranon für eine mit der Ulna verwachsene Patella des Armes an. Consequenter Weise musste daher auch die Ulna als ein der Tibia homologer Skelettheil und demgemäss der Radius als der Fibula entsprechend angesehen werden. Allein nicht in Einklang damit war zu bringen, dass die das Olecranon tragende Ulna an der Kleinfingerseite liegt, während die, die Patella tragende Tibia an der Grosszehenseite sich befindet. Es musste diess die Zweifel an der Richtigkeit dieser Homologie mehr und mehr steigern, und der Umstand, dass die Entwicklungsweise der Patella nicht mit der des Olecranon übereinkommt, führte schliesslich Andere (Bertin, Chenal, Owen u. A.) zu der entgegenstehenden Ansicht, dass die Patella nämlich nicht dem Olecranon homolog sei, vielmehr nur ein Sesambein sei, das ähnlich in die Sehne des gemeinschaftlichen Unterschenkelstreckers eingelegt sei, als solche auch anderwärts (an der Fusssohle, am Ellenbogengelenk u. s. w.) in Sehnen eingelegt sich finden.

Die meiste Aufklärung über die Homologie der Gliedmassen brachte indess die von Martin[1]) aufgestellte Torsionstheorie des Humerus.

[1]) Nouvelles Comparaisons des membres pelviens et thoraciques chez l'homme et chez des mammifères, déduites de la torsion de l'Humerus. En Mém. de l'Acad. des sciences et lettres de Montpellier. Tom. III — ferner in Annal. des sc. nat. 3ième Sér. T. VIII pag. 45 —.

welcher sich Gegenbaur[1]) angeschlossen hat. Nach dieser Theorie sollte der Humerus um seine Längsaxe der Art eine Drehung vollführt haben, dass sein unteres Ende und der damit in Verbindung stehende Unterarm, nebst der von diesem getragenen Hand mit der Beugefläche nach vorn und mit der Streckseite rückwärts sehend, zu stehen kommen, und so die differente Lage von Daumen und grosser Zehe bedingt werde. Da indess diese Abänderung der Lage der Beugeseite des Ellenbogens und Vorderarms, wodurch die vordere Gliedmasse allerdings mehr befähigt wurde, zum Ergreifen und Umfassen anderer Objekte zu dienen, — die Hand in eine für die Locomotion weniger günstige Stellung bringen musste, so war noch eine zweite, die erstere compensirende Drehung (*Pronatio antibrachii*) am Vorderarm erforderlich geworden, um die Hand in die primitive Stellung, d. h. in die des Fusses wieder zu bringen. Diese zweite Drehung ist aber nicht, wie die des Oberarms, eine fixirte, sondern es kann Vorderarm und Hand jeden Augenblick (wenigstens beim Menschen und den Affen) wieder eine Zurückdrehung (*Supinatio*) vollführen und dadurch die Stellung der Hand, wie sie durch die Drehung herbeigeführt wurde, wieder aufheben.

Wenn die Verschiedenheiten, welche die Stellung der Hand und des Fusses zeigen, von der unterstellten Torsion des Humerus abhängen, so muss die künstliche Retorsion Hand, Vorderarm und Ellenbogen in die Lage wieder bringen, in welcher die entsprechenden Theile der hintern Extremität sich befinden. Es muss die Retorsion gleichsam der Prüfstein für die Richtigkeit der Torsionstheorie sein. Und in der That kommt durch die Retorsion die Streckfläche des Ellenbogens mit dem Olecranon nach vorn und die Ellenbogenbeuge, gleich der Kniekehle, nach hinten zu liegen. Der Radius, der vorher am Vorderarm aussen lag, liegt jetzt, wie die Tibia, nach innen, und in gleicher Weise befindet sich die Ulna, die vorher innen war, nun, wie die Fibula, aussen. Ebenso ist auch die Stellung der Hand mit der des Fusses übereinstimmend, indem der Daumen, gleich der grossen Zehe, innen, und der kleine Finger, entsprechend der kleinen Zehe, aussen ihre Lage haben. Hiernach unterliegt es auch keinem Zweifel mehr, dass der Radius des Vorderarms der Tibia und die Ulna der Fibula homolog sind.

Bei den Menschen hat zwar der Radius insoweit keine grosse Aehnlichkeit mit der Tibia, als er hier nur einen untergeordneten Antheil an der Verbindung mit dem Oberarm hat, während die Tibia sogar den Oberschenkel allein trägt. Allein bei einem Vergleich einer Anzahl von Thieren findet man in dem Maasse, als die Drehbewegung des Vorderarms in Wegfall kommt und derselbe mehr nur zur tragenden Stütze wird, dass der Radius

[1]) Ueber die Drehung des Humerus, in der Jenaer Zeitschrift. Bd. IV. S. 50.

sich mehr und mehr der Verbindung mit dem Oberarm bemächtigt, bis er (bei Wiederkäuern, Einhufern), wenn er auch nicht, wie die Tibia, der ausschliessliche Träger wird, so doch zum Hauptträger des Humerus sich umgestaltet und dann in seinem Aeussern der Tibia nicht mehr so unähnlich ist.

Auch die Aehnlichkeit zwischen Ulna und Fibula ist sehr gering, ja noch geringer, als die zwischen Radius und Tibia. Die Verschiedenheit beider ist durch die verschiedene Leistung bedingt. Während die Ulna einen Hauptknochen des Vorderarms darstellt, ist die Fibula zu einem schwächlichen Nebenknochen des Unterschenkels herabgesunken, der desshalb auch unfähig war, das Femur noch mit zu tragen. Allein die Ulna kann gleichfalls einer solchen Verkümmerung anheimfallen, nämlich dann, wenn, wie am Unterschenkel, auch der Vorderarm keine Drehbewegung mehr ausführt. Auf der andern Seite kann übrigens auch die Fibula in einzelnen Fällen einer Ausbildung sich bemächtigen, welche sie der Ulna viel ähnlicher erscheinen lässt, als dies gewöhnlich der Fall ist. So kann bei einzelnen Thieren sie an der Verbindung mit dem Femur wieder Theil nehmen und bei andern, z. B. den Monotremen, ihr femorales Ende selbst eine Form erhalten, welche der des Olecranon der Ulna derselben Thiere sehr nahe kommt. Alles dies beweist genügend, dass die Ungleichheit in der äussern Gestalt nicht gegen die Richtigkeit der Homologie dieser Knochen geltend gemacht werden kann. Wenn man nun sieht, dass der mit seinem humeralen Ende neben der Ulna liegende Radius bei einzelnen Thieren allmählig mehr der Verbindung mit dem Humerus sich bemächtigt und dabei aus der Lage neben der Ulna in diejenige vor dieser übergeht, so dass er vor die Ulna schliesslich zu liegen kommt, so muss man anerkennen, dass hier auch eine Lageverschiebung erfolgt ist.

Diese Thatsache war es wohl, welche Albrecht[1]) darauf führte, die ganze Differenz, welche zwischen vorderer und hinterer Gliedmasse sich ergibt, ausschliesslich auf Verschiebung der Lage beider Vorderarmknochen zurückzuführen, und die Torsionstheorie für unrichtig und desshalb unhaltbar zu erklären. Nach Albrecht behält der Humerus seine ursprüngliche Lage, dagegen erleiden Radius und Ulna eine gegenseitige Lageverschiebung, wodurch diejenigen Verschiedenheiten allein hervorgerufen werden, welche die vordern Gliedmassen gegenüber den hintern zeigten, an welchen eine derartige Verschiebung der Unterschenkelknochen nicht vorkommt. Obschon die Torsionstheorie bezüglich dessen, was sie erklären sollte, hinreichend befriedigte, so muss man doch anerkennen, dass die Begründung und Durchführung dieser Verschiebungstheorie so gewinnend ist, dass ihre Gleichberechtigung nicht beanstandet werden kann.

[1]) Beitrag zur Torsionstheorie des Humerus etc. Kiel 1875. 4°.

### γ) Vom Kopfskelet.

#### a) *Vom Kopfskelet überhaupt.*

Wie bei allen Wirbelthieren, mit einziger Ausnahme von Amphioxus, das vordere (Kopf-) Ende des Rückenmarks eine das Hirn darstellende Anschwellung erhält, erfährt auch der, jenes umschliessende Kanal eine diesem entsprechende blasige Erweiterung. Dieser das Hirn bergende Skeletabschnitt stellt den Schädel (*Cranium*) dar, da er nur aus einer Erweiterung des Kopfendes des Kanals der Wirbelsäule hervorging, auch mit der Wirbelsäule noch in manchen Beziehungen übereinkommt, mag seine Gestaltung im Einzelnen noch so viele Besonderheiten darbieten.

Bei Amphioxus erweitert sich das vordere Ende des Kanals, worin das Rückenmark eingebettet ist, nicht, weil aus dem Kopfende des Rückenmarkes noch keine Hirnanschwellung sich hervor bildete, daher hier, wie das Hirn, so auch der Schädel und damit überhaupt der Kopf fehlt, also dieses Wirbelthier nur ein Rumpfthier ist.

In seiner einfachsten und niedersten Form stellt der Schädel eine ungegliederte knorpelhäutige oder knorpelige Kapsel dar, welche von der, dann meistens auch noch gar nicht oder nur unvollkommen gegliederten Knorpelsäule sich abgesondert hat. Da aber, wo der Rückgrat aus einer gegliederten Knochensäule besteht, erscheint auch der Schädel als gegliederte Knochenkapsel (Knochenfische, Amphibien, Vögel und Säugethiere), deren einzelne Glieder die Schädelknochen darstellen. In der Embryonalperiode ist indess auch bei diesen Thieren die das Hirn umgebende Schädelkapsel knorpelhäutig und ungegliedert — s. g. Primordialschädel — und wird erst durch das Auftreten zahlreicher Verknöcherungspunkte allmählig in eine gegliederte Knochenkapsel umgewandelt.

Da die Schädelhöhle eine Erweiterung des Kanals der Wirbelsäule darstellt, so sollte man glauben erwarten zu dürfen, dass die Knochen, welche ihre Wandung bilden, auch noch den Knochengliedern ähnlich seien, welche das Rückenmark umschliessen. Das findet man aber im Allgemeinen nicht, vielmehr tragen die Schädelknochen eigene Formen, die mehr oder weniger von jenen verschieden sind.

Aber ungeachtet dessen findet man doch, dass der Schädel bei seinem Aufbau den Plan, nach dem der Rückgrat angelegt sich zeigt, nicht ganz verlassen hat, wenn auch derselbe wesentliche Abänderungen erlitt — Abänderungen, welche durch die Verschiedenheit der Verhältnisse, denen er sich anpassen musste, und durch die Verschiedenheit der Anforderungen an die mechanischen und andern Leistungen bedingt sind.

Um die Vergleichung des Schädels mit der Wirbelsäule zu erleichtern und den Schädelbau zu begreifen, wollen wir uns die Verhältnisse

vergegenwärtigen, die bestimmend auf den Bau und die Gestaltung der Rumpfwirbel einwirken. Wir können sie in Nachfolgendem zusammenfassen:

1) Den Beziehungen zur schützenden Umschliessung des strangförmigen Rückenmarkes verdankt die Wirbelsäule die Form einer hohlen Säule oder eines Knochenrohres.
2) Ihre Beziehung zur Ermöglichung der mannigfaltigen Bewegungen und Krümmungen des Rumpfes bedingt ihre Gliederung, ihren Zerfall in eine Anzahl von Segmenten — den Wirbeln, — die selbstverständlich Ringform haben müssen.
3) Um einer solchen, aus Ringen aufgebauten Säule die Trag- und Stützkraft einer ungegliederten soliden Knochensäule oder Axe zu verleihen, entwickelt sich aus der vordern, bezw. untern Bogenhälfte des Ringes eine ansehnliche, kräftige und solide Knochenmasse — der Wirbelkörper, — durch dessen Auftreten die Ringgestalt des Wirbels wenigstens äusserlich wesentlich verändert wird (Fig. 462). Man unterscheidet jetzt am Wirbel einen Körper (*c*) und Bogen (*a*, *c*).
4) Der Beziehung der Aussenseite der Wirbel zum Ansatze der Muskeln und zur Herstellung von Gelenken, welche die Richtung und das Maass der Bewegungen der Säule bestimmen, verdanken die Wirbel die äusserlich ihnen aufsitzenden Fortsätze — Processus transversi, spinosi, articulares etc. (Fig. 463).

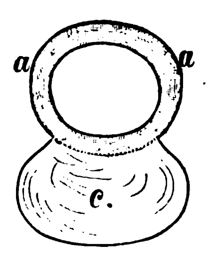


**Fig. 462.** Schema eines Wirbels, die Hervorbildung des Wirbelkörpers *c* aus dem vordern Theil des Ringes, dessen hinterer Abschnitt nun den Arcus vertebrae *a* darstellt.

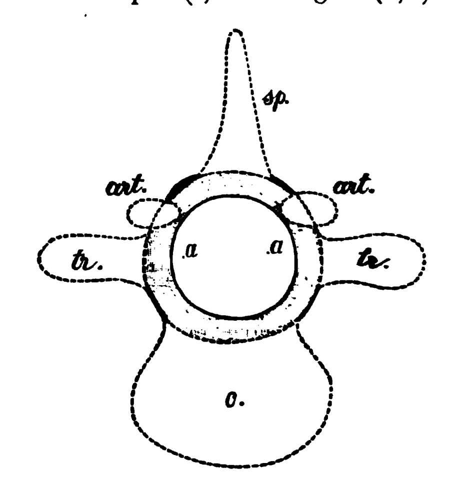


**Fig. 463.** Schema eines Wirbels. *a* Arcus vertebrae, den hintern Theil des ursprünglichen Ringes darstellend. *c* Corpus vertebrae, aus dem vordern Theil des Ringes hervor sich bildend. *tr* Processus transversi. *sp* Process. spinosus. *art* Processus articulares.

5) So lange der Kanal der Wirbelsäule noch nicht seine volle extensive Ausbildung erlangt hat, also des Wachsthums in die Weite noch bedürftig ist, sind die Wirbel nicht, wie später, ungetheilte Knochen, sondern aus Stücken, nämlich aus dem Körper und zwei Seitenstücken des Bogens, — zusammengesetzt (Fig. 464).

Gehen wir nun an der Hand dieser für die Wirbelsäule geltenden Thatsachen zur Betrachtung des aus ihr sich hervorbildenden Schädels, so muss man allerdings zugeben, dass sowohl die Zahl der den Schädel zusammensetzenden Knochenstücke, als auch deren Form, gegenüber den Gliedern des Rückgrates, kaum eine Verwandtschaft mit diesen zu haben scheinen und bei den verschiedenen Wirbelthieren grosse Verschiedenheiten und Eigenthümlichkeiten darbieten. Erwägt man aber, dass die die Schädelhöhle bildenden Knochen doch eine solche Lagerung zu einander einnehmen, dass sie Ringbezirke bilden (Fig. 465), welche das Gehirn ähnlich umfassen, als die einzelnen Stücke, aus denen anfänglich die das Rückenmark umschliessenden Rumpfwirbel bestehen, — so kann man sich der Annahme nicht verschliessen, sie als den Rumpfwirbeln ähnliche Bildungen d. h. als Schädelwirbel anzusprechen.

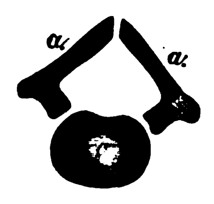



**Fig. 464.** Ein Wirbel, noch in drei Stücke, die nur durch Knorpel verbunden sind, zerfallend, nämlich in *a*, die beiden Seitentheile des Bogens und *c* den Körper.

Solcher Schädelwirbel kann man drei unterscheiden: einen hintern, welcher den Hinterhauptsbezirk bildet, — einen mittleren, der den Mittelhaupts- oder Schläfen-Scheitelbezirk einnimmt, und einen vorderen, welcher mit der Stirn die Schädelhöhle nach vorn abschliesst (Fig. 465, *I, II, III*).

Je mehr das Gehirn sich vervollkommnet, um so deutlicher zeigen sich die Schädelwirbel entwickelt; daher bei höheren Wirbelthieren sie charakteristischer hervortreten, als bei niederen. Je näher den Rumpfwirbeln sie liegen, um so mehr zeigen sie auch ihre Verwandtschaft mit denselben. Daher der hintere den Wirbelcharakter viel entschiedener und offener zu Tage treten lässt, als der mittlere oder gar der vordere, welche beiden bei niedern Wirbelthieren mehr oder weniger defekt sich zeigen und durch häutige Bildungen oder Knochen, welche aus den Bedeckungen hervor sich bilden, ergänzt

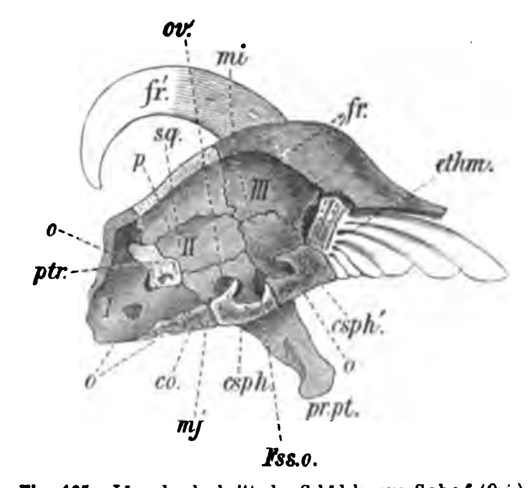



**Fig. 465.** Längsdurchschnitt des Schädels vom Schaf (*Ovis*). *I* Hinterer Schädelwirbel (Occipitalwirbel). *II* Mittlerer oder Schläfenwirbel. *III* Vorderer oder Stirnwirbel. *o* Os occipitale. *co* Körper desselben (Körper des Occipitalwirbels *I*). *ptr* Os petrosum. *p* Os parietale. *sq* Os squamosum. *csph* Körper des hintern Keilbeins (Körper des mittleren [*II*] Schädelwirbels). *mj* Grosser Flügel des Keilbeines (*Ala major*). *ov* For. ovale. *fr* Stirnbein. *fr'* Stirnzapfen als Träger des Hornes. *csph'* Körper des vordern Keilbeins (Körper des vorderen [*III*] Schädelwirbels). *mi* Kleiner Flügel (*Ala minor*) des Keilbeins. *o* For. opticum. *Fss.o* Fissura orbitalis superior, in welcher auch das Foramen rotundum aufgegangen ist. *pr.pt* Process. pterygoideus des Keilbeins. *ethm.* Os ethmoideum.

werden. Wo das Gehirn sehr klein ist, wie bei den niederen Wirbelthieren, erleiden sie dadurch wesentliche Abänderungen, dass einzelne der Knochen, aus denen sie bei den höheren Thieren zusammengesetzt zu sein pflegen, von der Theilnahme an der Umschliessung des Gehirns zurücktreten und entweder verkümmern oder ausserhalb der Schädelhöhle ihre Lage nehmen.

Uebrigens nicht alle Knochen der Schädelwandung sind Glieder der Schädelwirbel; einige stellen Schaltknochen, die zwischen die Wirbel eingeschoben sind, oder Gerüstknochen für einzelne Sinnesorgane dar. So ist das Os petrosum (Fig. 465 *ptr*) ein solcher Gerüstknochen des Gehörapparates, der zwischen hintern und mittlern Schädelwirbel eingeschoben ist, und das Os ethmoïdeum (Fig. 466 *ethm*), welches ein Träger des Riechorganes und in die vordere Ausgangsöffnung des vorderen Schädelwirbels eingelegt ist.

Die Knochen, welche die Schädelwirbel bilden, sind:

a) beim hintern: das Hinterhauptbein (*Os occipitale basilare*, *superius* und die *occipitalia lateralia*).

b) beim mittlern: das hintere Keilbein (hinterer Keilbeinkörper und grosser [oder Temporal-] Flügel) mit den Scheitelbeinen.

c) beim vordern: das vordere Keilbein (vorderer Keilbeinkörper mit den kleinen [oder Orbital-] Flügeln) und die Stirnbeine.

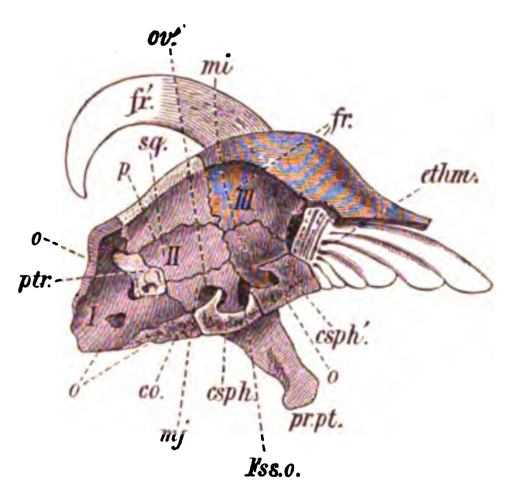



**Fig. 466.** Längsdurchschnitt des Schädels vom Schaf (*Ovis*). *I* Hinterer Schädelwirbel (Occipitalwirbel). *II* Mittlerer oder Schläfenwirbel. *III* Vorderer oder Stirnwirbel. *o* Os occipitale. *co* Körper desselben (Körper des Occipitalwirbels *I*). *ptr* Os petrosum. *p* Os parietale. *sq* Os squamosum. *csph* Körper des hintern Keilbeins (Körper des mittleren [*II*] Schädelwirbels). *mj* Grosser Flügel des Keilbeines (*Ala major*). *ov* For. ovale. *fr* Stirnbein. *fr'* Stirnzapfen als Träger des Hornes. *csph'* Körper des vordern Keilbeins (Körper des vorderen [*III*] Schädelwirbels). *mi* Kleiner Flügel (*Ala minor*) des Keilbeins. *o* For. opticum. *Fss.o* Fissura orbitalis superior, in welcher auch das Foramen rotundum aufgegangen ist. *pr.pt* Process. pterygoideus des Keilbeins. *ethm.* Os ethmoïdeum.

Die Abänderungen, welche die Schädelwirbel gegenüber den Rumpfwirbeln zeigen, werden durch die veränderten Beziehungen veranlasst, in die sie treten und welchen sie sich anzupassen hatten.

Das Fortbestehen der Trennung in eine Anzahl von Stücken ist durch die Beziehung zum Wachsthum der Knochen und zur Vergrösserung der Schädelhöhle bedingt. Wo keine Vergrösserung mehr statt hat, verwachsen die Knochen mit einander. Die Körper der Schädelwirbel sind schwäch-

lich entwickelt, gegenüber der Grösse der von den Wirbeln umschlossenen Höhle, weil jene Anforderungen an ihre mechanische Leistung, welche bei den Rumpfwirbeln an sie gestellt waren, hier fast gänzlich in Wegfall kommen. So ist auch begreiflich, warum diesen Schädelwirbeln, mit Ausnahme des hintersten, die Muskelfortsätze (*Processus transversi et spinosi*) und Gelenkfortsätze der Rumpfwirbel abgehen müssen, da keine Bewegungen zwischen ihnen stattfinden, sonach sowohl die hierfür erforderlichen Muskeln, als auch die Gelenke fehlen müssen. Sie stehen unbeweglich durch Nähte so lange mit einander in Verbindung, als die von ihnen umschlossene Schädelhöhle für das, seinen Umfang noch vermehrende Gehirn einer Vergrösserung bedürftig ist. Hat der Schädel seine extensive Ausbildung vollendet, kann auch die Nahtverbindung seiner Glieder entbehrt werden. Daher die Verwachsung der Schädelwirbel auch dann wirklich erfolgt.

Den drei Schädelwirbeln entsprechen auch mehr oder weniger die zwischen ihnen aus dem Schädel austretenden Hirnnerven, die mit den Rückenmarksnerven immerhin eine Vergleichung zulassen. Denn ausser den Nerven der drei s. g. höheren Sinnesorgane, den Riech-, Seh- und Hörnerven, kann man die übrigen Hirnnerven, ungeachtet ihrer Zersplitterung bei den höheren Wirbelthieren und dem Menschen zusammen als zwei Wirbelnerven, einen vorderen und hinteren, betrachten. Bei niederen Wirbelthieren (Fischen und Amphibien) findet man auch diejenigen Hirnnerven, welche bei den höheren Wirbelthieren von den Stämmen der beiden Wirbelnerven sich abgelöst haben und selbständige Nerven darstellen, noch als Aeste des einen oder anderen Wirbelnerven (siehe unten Hirnnerven).

Dass zwischen dem Aufbau des Schädels und des Rückgrates eine Verwandtschaft bestehe, ersterer nach dem Vorbilde des letztern angelegt sei, haben schon Duméril und P. Frank vermuthet, Oken und Goethe aber erst bestimmter erkannt, obgleich die von ihnen aufgestellte und von Spix, Carus, Bojanus, Ulrich, Meckel, Blainville, Dugès, Geoffroy St.-Hilaire, Owen, Fr. Arnold u. A. weiter ausgeführte Wirbeltheorie doch immer noch lückenhaft war und in mannigfacher Beziehung unbefriedigt liess. Besonders verfehlte man dadurch häufig das Ziel, dass man zu sehr sich anstrengte, die den Rumpfwirbeln eigene Form auch möglichst an den Schädelwirbeln wieder nachzuweisen. Es konnte daher auch nicht fehlen, dass gegen dieselbe mehr und mehr Gegner erwuchsen, die ihre Unhaltbarkeit darzuthun bestrebt sind. So hat sie in jüngerer Zeit in Huxley und Gegenbaur[1]) mächtige Gegner gefunden. Letzterer verwirft

[1]) Grundzüge der vergl. Anatomie, Leipzig 1870, S. 189; — Desselben Grundriss der vergl. Anatomie, Leipzig 1874. S. 454.

die Vergleichung des knöchernen Schädels mit der Wirbelsäule gänzlich, und substituirt eine neue Wirbeltheorie, von welcher allerdings nicht geleugnet werden kann, dass sie bestechend ist. Gegenbaur nimmt an, dass das ungetheilte, knorpelige Cranium der niedern Wirbelthiere, sowie das Primordialcranium der höheren Thiere durch Concrescenz einer Summe von Wirbeln entstanden zu betrachten sei. Denn die Bogen des Kiemenskelets stellten dem Cranium angehörige untere Bogenbildungen dar, zwischen welchen und den untern Bogen der Wirbelsäule eine Homodynamie zu erkennen sei. Daher das Cranium, einem Abschnitt der Wirbelsäule entsprechend, eben so viele Wirbel repräsentire, als Visceralbogen an ihm vorkommen. Das Cranium selbst zeige noch eine Reihe von Uebereinstimmungen mit der Wirbelsäule, so namentlich, dass die der Wirbelsäule zu Grunde liegende Chorda dorsalis einen Abschnitt des Craniums in denselben Verhältnissen durchsetze, als an der Wirbelsäule, und sämmtliche an diesem Abschnitt austretende Nerven sich homodynam mit den Rückenmarksnerven verhielten. Die Zahl der in das Cranium eingegangenen Wirbel sei bis jetzt in ihrem Minimum auf 9 bestimmbar. Aber mehrfache Thatsachen im Gebiete der Verbreitung, wie der Ursprungsverhältnisse der Nerven bei niedern Cranioten verwiesen darauf, dass die Zahl der Visceralbogen und sonach auch die Zahl der Wirbel noch grösser gewesen sei. Die Anordnung bei Amphioxus, wo noch eine ansehnliche Summe von Wirbelbogen vorhanden sei, spräche auch dafür. Denn der ganze, über dem Visceralskelet liegende Abschnitt des Rückgrates sei als der bei den Cranioten ins Cranium übergegangene Theil des Rückgrates zu betrachten.

Ich will das Gewicht der Gründe, welche Gegenbaur gegen die bisherige Wirbeltheorie des knöchernen Schädels aufstellt, keineswegs unterschätzen, um so weniger, als derselbe früher (in dessen vergl. Anatomie, 1859, S. 441) selbst ein warmer Vertreter und Vertheidiger der bisherigen Wirbeltheorie war. Aber, wenn man auch das Gewicht derjenigen, die er zu Gunsten seiner neuen Theorie geltend macht, nicht überschätzt, sondern vorurtheilslos prüft, so kann man sich doch schliesslich des Geständnisses nicht erwehren, dass diese neue Theorie auf so vielen rein hypothetischen Voraussetzungen beruht, dass dieselbe des Thatsächlichen, worauf sie gestützt werden sollte, in viel geringerem Maasse sich erfreuen kann, als die bisherige Wirbeltheorie.

Gegen die Hypothese, dass das ungetheilte knorpelige Primordialcranium eine sekundäre Bildung, d. h. aus einer Verwachsung diskreter Wirbel hervorgegangen sei, lässt sich der, von Gegenbaur selbst gegen die bisherige Wirbeltheorie erhobene stärkste Einwand auch geltend machen, dass nämlich diese Concrescenz einer Summe von Wirbeln insoferne als durchaus unerwiesen betrachtet werden müsse, als kein Fall bis jetzt be-

kannt ist, wo vor der Bildung des Primordialcraniums der Schädel aus einer Summe diskreter Wirbel besteht. Und wenn man erwägt, dass bei Amphioxus der vordere, über dem Visceralskelet liegende Abschnitt des Rückgrates, der von Gegenbaur selbst mit nicht geringer Wirkung als der dem Cranium der Cranioten entsprechende angezogen wird, — ungeachtet der Gliederung des Visceralgerüstes, — ungegliedert ist, von einem Zerfallen iu einzelne Wirbel nicht einmal eine Andeutung sich vorfindet, — so muss man sich doch gestehen, dass die Begründung dieser Hypothese unzureichend erscheint und unbefriedigt lässt. Denn dieser Theil des Rückgrates von Amphioxus, dessen Beziehung zum Schädel Berechtigung hat, — repräsentirt eine Stufe der Schädelbildung, die jedenfalls als die primärste angesprochen werden .muss, welche, wenn eine Gliederung dem Primordialschädel voranginge, doch wenigstens Spuren einer solchen verrathen müsste. Die Möglichkeit, dass die primordiale Wirbelbildung eine nur bei vorweltlichen Wirbelthieren bestandene, bei der gegenwärtigen Schöpfung aber untergegangene Entwicklungsphase darstellte, kann an und für sich nicht bestritten werden. Sie ist aber immer nur eine Hypothese, mit der man eine andere Hypothese beweisen will. Für vorliegenden Fall liesse sich eine solche Annahme nur dann einigermassen rechtfertigen, wenn noch andere Indicien vorhanden wären, welche durchaus zur Annahme derartiger primordialer Wirbel drängten.

Als solche sieht allerdings Gegenbaur die Bogen des Visceralgerüstes an. Dasselbe stelle eine dem Cranium angehörige untere Bogenbildung dar, zwischen welcher und den untern Bogen der Wirbelsäule eine Homodynamie zu erkennen sei, folglich das Cranium einem Abschnitt der Wirbelsäule entspreche, der eben so viele Wirbel umfasse, als Visceralbogen an ihm vorkommen. Allein der unentbehrliche Nachweis, dass diese Bogen des Kiemengerüstes wirklich den Rippen des Rumpfes entsprechen und denselben gleichwerthige Bogenbildungen seien, ist zur Zeit noch nicht geliefert. Rippen kommen auch nirgends für sich allein ohne Wirbel, die ihre Träger abgeben, vor. Wo am Rückgrat die Bildung von diskreten Wirbeln sich noch nicht vollzogen hat, gibt es auch keine Rippen. Daher bei Amphioxus die Rippen noch gänzlich fehlen und selbst auch bei den Cyclostomen dies noch der Fall ist, da bei ihnen nur schwache Andeutungen beginnender Bogenbildung, aber keine Spuren beginnender Wirbelkörperbildung sich finden, während bei den Selachiern und Ganoïden solche, wenn auch nur rudimentär, vorkommen. Die Bogen des Kiemengerüstes dagegen, die von den Wirbeln unabhängige Bildungen sind und nur der Wandung des Eingangstheils der Verdauungs- und Athmungshöhle, nicht aber, wie die Rippen, der Leibeswand eine Stütze zu gewähren haben, können auch da schon auftreten, wo der Rückgrat noch keine Andeutung

von Wirbelbildung zu Tage treten lässt, wie Amphioxus, wo nicht die leiseste Spur einer Wirbelbildung gegeben ist, ein beweisendes Beispiel liefert. Auch die Thatsache, dass das Kiemengerüst bei Amphioxus **innerhalb** der Bauchhöhle liegt, spricht gegen die Anschauung, der zu Folge die Kiemenbogen den Rippen homologe Bogenbildungen sein sollen.

Nur die Metamorphose der vordersten Bogen des Kiemengerüstes zu stützender Umschliessung der Eingänge zur Verdauungs- und Athmungshöhle, aus denen der Antlitztheil des Kopfskelets hervorgeht, welche in so inniger Verbindung mit dem Schädel stehen, — konnte zu der Vermuthung verleiten, dass das Kiemengerüst ein dem Schädel zugehöriges Bogensystem sei und Kopfrippen darstelle.

Die verschiedenen, im Vorausgehenden ausgesprochenen Bedenken habe ich bei vorurtheilsloser Prüfung bis jetzt nicht zu widerlegen vermocht, um einer neuen bestechenden, aber thatsächlich unerwiesenen, Wirbeltheorie mich anschliessen zu können. Denn die von Gegenbaur, ausser den schon oben besprochenen, sonst noch versuchten Widerlegungen der bisherigen Wirbeltheorie befriedigten mich bezüglich ihrer Beweiskraft keineswegs. So ist die Erklärung, wie der knöcherne Schädel zu einer wirbelähnlichen Segmentirung komme, — dass nämlich diese durch die Wachsthumsgesetze des Schädels etc. bedingt sei — eine so allgemeine und unbestimmte, dass sie ebensowohl auch für das Gegentheil sich verwerthen lässt. Viel belangreicher aber ist ein anderer von ihm gemachter Einwand gegen die frühere Wirbeltheorie, dass, da man nämlich zum Aufbau derselben nöthig habe, sowohl aus dem Primordialcranium hervorgehende Knochen als auch blosse Deckknochen in die Herstellung einzelner Wirbel eingehen zu lassen, dieses für die Fehlerhaftigkeit derselben zeuge.

Allein auch die Bedeutung dieses Einwandes ist nur eine scheinbare. Denn was versteht man unter einem „Wirbel“? Doch nur ein fertiges Skeletglied, ein Glied des Rückgrates. Die Frage, wie es zur Bildung eines solchen komme, ist eine sekundäre, die, mag sie ausfallen wie sie wolle, den Begriff des fertigen Wirbels nimmermehr ändern kann. Die einzelnen Wirbel des Rückgrates, ihre einzelnen Stücke, in die sie anfänglich noch getrennt sind, zeigen sich bei ihrer Entstehung zwar meistens knorpelig vorgebildet, ehe sie knöchern auftreten. Allein diese knorpelige Vorstufe ist nicht absolut nothwendig. Knöcherne Skeletglieder können auch direkt aus einer bindegewebigen Anlage hervor sich bilden. Und wenn dies an den Wirbeln des Rückgrates der Fall wäre, würde es nicht im Geringsten den Begriff des Wirbels ändern. Ja selbst auch dann würde letzterer nicht im Mindesten beeinflusst werden, wenn in Folge einer Rückbildung der primären Bogenanlage der Wirbel, wodurch die Bogenbildung der letzteren defekt werden müsste, zur Deckung dieses Defektes Ossifikationen von andern nachbarlichen Bindegewebsgebilden, wie z. B. von den äussern Bedeckungen, beigezogen würden, ein Fall, der an andern Skeletabtheilungen oft genug in Wirklichkeit vorkommt. An den Wirbeln des Rückgrates findet Solches zwar nicht statt. Aber wenn es auch stattfände, so würde dies doch keinen Einfluss üben können auf den Begriff von Wirbeln. Wir würden dann doch wahrlich

desshalb nicht aufhören, die einzelnen Glieder des Rückgrates als Wirbel aufzufassen, weil an der Bildung ihrer Bogen auch aus den Bedeckungen beigezogene Ossificationen sich betheiligten.

Der Fall nun, der an den Wirbeln des Rückgrates nur bildlich angenommen wurde, liegt aber an der Fortsetzung desselben in den Kopf, am Cranium, in Wirklichkeit vor. Dies berechtigt aber ebenso wenig, als es im gegebenen Falle am Rückgrate berechtigt haben würde, den knöchernen Ringbezirken, welche die Schädelhöhle und das darin liegende Gehirn ähnlich umschliessen, als die Wirbel des Rückgrates den Kanal der Wirbelsäule und das darin liegende Rückenmark umfassen, den Charakter von Wirbeln abzusprechen und zwar nur desshalb abzusprechen, weil zu ihrer Bildung und Vervollständigung ausser den, aus der knorpelig vorgebildeten Anlage (dem Primordialcranium) hervorgegangenen Knochentheilen auch noch Ossifikationen beitragen, welche die nachbarlich aussen aufliegenden Bindegewebsschichten (äussere Bedeckungen), liefern, um den Defekt zu decken, den das knorpelige Primordialcranium nach oben etwa gelassen hat.

Der oben nur bildlich angenommene Fall einer Hervorbildung der Rückgratswirbel aus bindegewebiger Anlage kann übrigens auch insoweit als thatsächlich bestehender betrachtet werden, als bei den niedrigsten Wirbelthieren die bindegewebige äussere Umgebung der Chorda und ihre häutigen, das Rückenmark umschliessenden Auslaufer es sind, von denen die Wirbelbildung wirklich ihren Ausgang nimmt. Man hat also um so weniger Grund, es anstössig zu finden, dass in die Zusammensetzung von ringförmigen Schädelbezirken d. h. von Schädelwirbeln Knochen auch eingehen, die nur von bindegewebigen Anlagen und nicht aus dem knorpeligen Primordialcranium hervor sich bildeten.

Der theils vor, theils unter dem vordern Theil des Schädels liegende Abschnitt des Kopfskelets besteht noch aus einer Anzahl von Knochen, welche besonders die Eingänge zur Verdauungs- und Athemhöhle umlagern, ihnen Stütze gewähren und in Verbindung mit dem Schädel auch Höhlen bilden, in welchen das Seh-, Riech- und Geschmacksorgan eine geschützte Aufnahme finden. Es ist dies der Antlitztheil des Kopfes oder das Kiefergaumengerüst. In seiner einfachsten Anlage, wie man sie bei den Selachiern (Fig. 467) und Ganoiden findet, besteht dieses Gerüst aus zwei horizontalen Knorpelbogen, einem obern (*s*), dem Oberkieferbogen — und einem untern (*i*), der den Unterkiefer darstellt, welche beide an den einander zugekehrten Seiten, mit welchen sie die Mundöffnung umschliessen, mit Zähnen besetzt zu sein pflegen, und hinten jederseits an einem aufsteigenden Stück (*hm*), dem Kieferstiel (*Suspensorium*), hängen, von diesem getragen und an den Schädel beweglich angehängt sind. Nach unten und hinten steht der Kieferstiel aber auch noch mit dem vordern Bogen des Kiemengerüstes, mit dem Zungenbein (*h*) in Verbindung. Aussen liegen den Kieferbogen noch drei kleine Knorpelstäbchen — die Lippenknorpel — an, ein vorderer kleiner (*l*) und ein grösserer hinterer

am Oberkieferbogen, und ein dritter, der mit dem vorhergehenden winklich verbunden ist, am Unterkiefer (*ll'*).

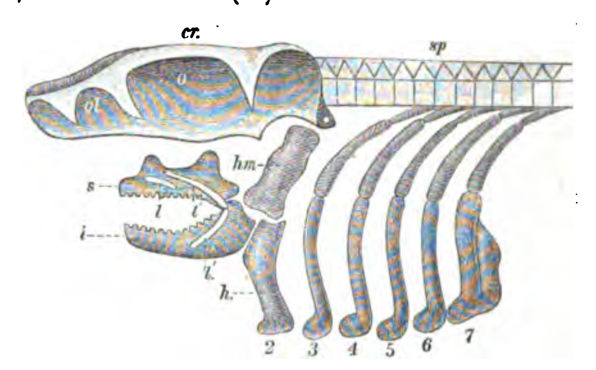



**Fig. 467.** Kopfskelet und Kiemengerüst von Acanthias vulgaris (etwas schematisch gehalten). *cr* Knorpelige Schädelkapsel. *o* Augengrube. *ol* Nasengrube. *sp* Rückgrat. *s* Oberkiefer. *i* Unterkiefer. *l l'* Lippenknorpel. *hm* Oberer Theil des Zungenbeinbogens — Hyomandibulare. *h* Unterer Theil desselben, das Zungenbein. *2—7* Knorpelbogen des Kiemengerüstes.

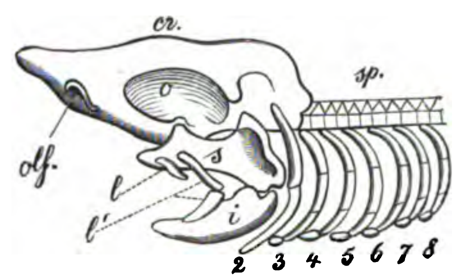



**Fig. 468.** Schema des Kopf- und Viscoralskelets eines Selachiers (nach Gegenbaur). *cr* Knorpelige Schädelkapsel. *sp* Wirbelsäule. *o* Augengrube. *olf* Nasengrube. *2—8* Knorpelbogen des Kiemengerüstes. *s* Oberkiefer. *i* Unterkiefer, beide aus einer Umwandlung eines Kiemenbogens hervorgegangen. *l* Vorderer und oberer Lippenknorpel. *l'* Hinterer, oberer und unterer Lippenkorpel, wahrscheinlich auch Ueberreste eines verkümmerten Kiemenbogens.

Der Kieferstiel kann in einzelnen Fällen indess auch fehlen und, statt seiner, der Oberkieferbogen durch einen an seinem hintern Ende aufwärts stehenden Fortsatz mit dem Schädel articuliren (Fig. 468). Ja der ganze Oberkiefer kann, wie bei den Chimären, fehlen und der übrig bleibende Unterkiefer mit dem Schädel durch Articulation verbunden sein. Wo die Mundöffnung, wie bei den Cyclostomen (Fig. 469) der Saugfunktion

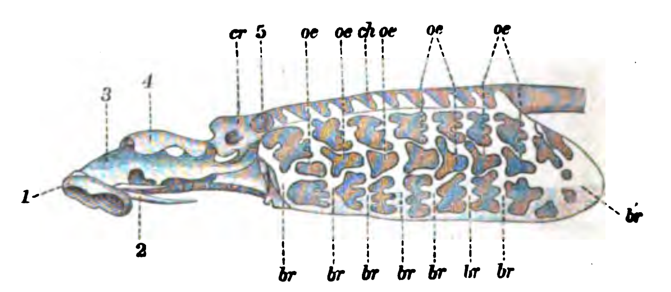



**Fig. 469.** Kopf und Kiemengerüst von Petromyzon fluviat. (nach R. Wagner). *cr* Knorpelhäutiges Cranium. *1* Knorpeliger Lippenring. *2* Anhang desselben. *3* und *4* Vordere und hintere Deckplatte des Mundes. *5* Gehörkapsel. *ch* Chorda dorsalis mit den Rudimenten von Bogenstücken der Wirbel. *br* Einzelne verästelte Bogen des Kiemenbogenkorbes, die sowohl am dorsalen Ende, mit dem sie am Rückgrat angeheftet sind, als auch am ventralen Ende und in der Mitte zwischen beiden letzteren mit einander in Verbindung stehen; an letzterer Stelle umgeben die doppelten Verbindungsstäbe Lücken (*oe*), welche die äusseren Kiemenöffnungen stützend umgeben. *br'* Geschlossenes hinteres Ende des Kiemenbogenkorbes.

sich anpassen muss und der festen Stützen als Träger der Zähne entbehren kann, fällt endlich auch der Unterkieferbogen und damit alle Kieferbildung weg und wird, statt dessen, die, einen Saugmund darstellende Mundöffnung nur von oben her von einer Anzahl kleiner Knorpel gestützt und umgeben, die in Form und Lage zwar von dem Kiefergerüst der Selachier ganz abweichend sich verhalten, aber dessen ungeachtet als Abkömmlinge jener anzusehen sind.

Diese einfache Anlage des Kiefergaumengerüstes geht aus einer Umwandlung des vordern Bogens des Kiemengerüstes hervor. Ober- und Unterkiefer entsprechen den beiden Stücken des umgewandelten vordern Kiemenbogens. Das Oberkieferstück heisst in Rücksicht seiner Stellung, die es beim Aufbau des Kiefergaumenapparates der höheren Wirbelthiere einnimmt, — Palatoquadratum. — Der Kieferstiel endlich — Hyomandibulare — geht aus dem obern Stücke des zweiten Kiemenbogens (Fig. 467 *hm*) hervor, dessen unteres Stück (*h*) als Zungenbein dem Kiemengerüst erhalten bleibt. Auch die Labialknorpel (Fig. 467 *l l'*, Fig. 468 *l l'*) sind Ueberreste von verkümmerten Visceralbogen (Gegenbaur).

Bei den Knochenfischen, zu denen die Ganoïden den Uebergang bereiten, und bei den höheren Wirbelthieren erhält der Kiefergaumenapparat einen complicirten Bau durch das Auftreten einer grösseren Anzahl von Knochen, welche einestheils die Stelle der zum Theil untergegangenen knorpeligen Skeletstücke einnehmen, anderntheils neu auftauchende Bildungen sind, zu denen auch aus den Bedeckungen bezogene Verknöcherungen sich gesellen, aber dessen ungeachtet noch von den Einrichtungen, wie sie bei den Selachiern bestehen, ableitbar sind. Der Kiefergaumenapparat der höheren Wirbelthiere muss daher auch, gleich dem der Selachier, als ein, aus einer Metamorphose des vordern Theils des Eingeweidegerüstes hervorgebildeter Skelettheil betrachtet werden. Die Scheidung des Kopfskelets in einen animalen und vegetativen Theil, wobei der Schädel dem erstern, der Antlitztheil dem letztern entspricht, lässt sich hier sehr wohl rechtfertigen, da letzterer aus der Umwandlung eines Theils des Eingeweidegerüstes hervorgeht.

### b) *Vom Kopfskelet im Besondern.*

#### aa) Vom Kopfskelet der Säugethiere.

##### *αα*) **Schädel** (*Cranium*).

Die Knochen, welche diesen bilden, sind die gleichen als wie beim Menschen. Nur ist ihre Zahl meistens grösser, weil mehrere, die beim Menschen nur in der Fötalperiode und beim Neugeborenen in einzelne Stücke getrennt sind, hier auch später noch gegliedert bleiben, wie dies

namentlich für das Hinterhaupts-, Keil- und Schläfenbein gilt, so dass die Zahl der Schädelknochen auf 12—16 sich steigert. Der hintere oder Hinterhauptbezirk des Schädels besteht aus dem Hinterhauptsbein (*Os occipitale* Fig. 470 *o*, Fig. 467 *o*), das in vier Stücke zu zerfallen pflegt, in ein Occipitale basilare, zwei Occipitalia lateralia und ein Occipitale superius. Das

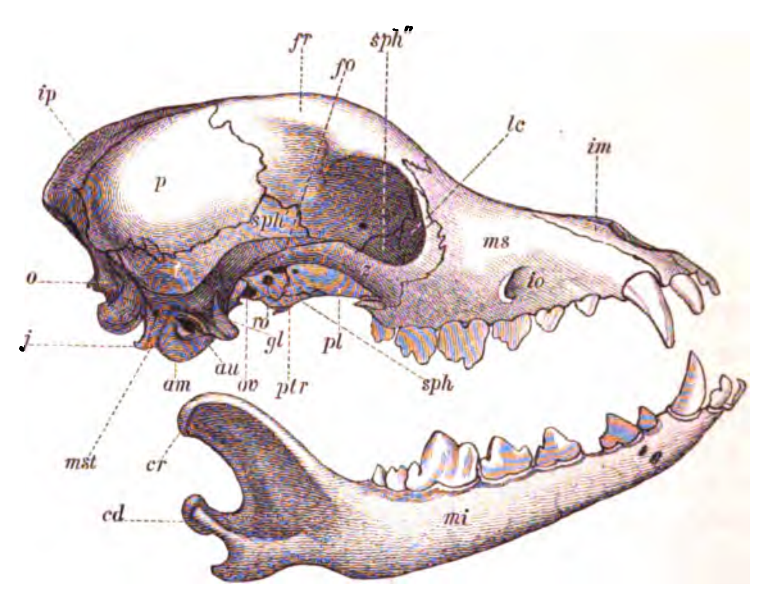



**Fig. 470.** Schädel vom Hunde (*Canis familiaris*), von der Seite angesehen. *o* Os occipitale. *p* Processus jugularis. *t* Schuppe des Schläfenbeins. *mst* Processus mastoïdeus des Schläfenbeins. *au* Aeusserer Gehörgang. *am* Bulla ossea des Paukentheils. *gl* Gelenkgrube des Schläfenbeins. *p* Scheitelbein. *ip* Os interparietale. *fr* Os frontale. *sph* Ala temporalis des Keilbeins, der Orbitalflügel ist nicht sichtbar, weil er vom Jochbogen gedeckt ist; was fälschlich mit *sph''* bezeichnet ist, gehört dem Gaumenbein (*p*). *fo* Foramen opticum. *ro* Foram. rotundum. *ov* Foramen ovale. *ptr* Proc. pterygoïdeus. *ms* Oberkieferbein. *io* Foramen infraorbitale. *pl* Os palatinum. *mi* Maxilla inf. *cd* Condylus maxillae. *cr* Processus coronoïdeus.

Basilare bildet den Körper des hintern Schädelwirbels (Fig. 471 *co*), während die übrigen dessen Bogentheil darstellen. Die Occipitalia lateralia sind die Träger der Condyli occipitis (Fig. 467 *con*) zur Verbindung mit dem Atlas. Der mittlere Schädelbezirk wird vom Keilbein (*Os sphenoïdeum*), vom Schläfenbein (*Os temporum*) und den beiden Scheitelbeinen (*Ossa parietalia*) gebildet. Er umschliesst den weitesten Theil der Schädelhöhle und entspricht mehr oder weniger dem mittleren Schädelwirbel. Das Keilbein (471 *sph sph'*) zerfällt in zwei Stücke, in ein hinteres (*Os sphenoïdeum posterius*) und ein vorderes Keilbein (*Os sphenoïdeum anterius*). Das erstere trägt die grossen oder Temporalflügel (*Alae majores*) nebst den Processus pterygoïdei, während das letztere die kleinen oder Orbitalflügel (*Alae minores*) trägt. Der Körper des hintern Keilbeins stellt den Körper des mittleren Schädelwirbels dar, während die grossen Flügel den Bogentheil bilden helfen. Bei manchen Säuge-

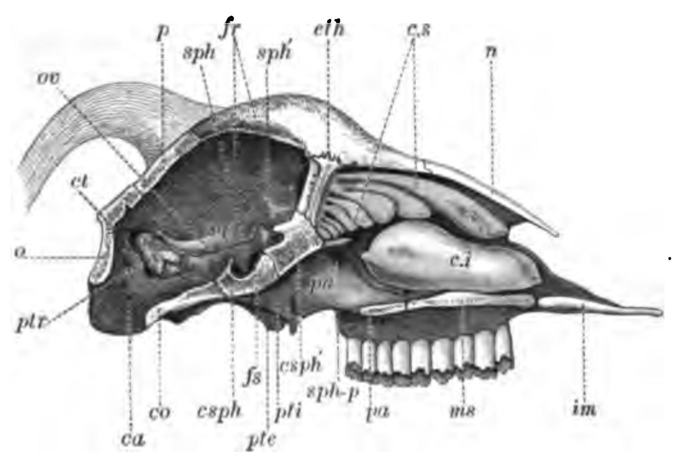



**Fig. 471.** Senkrechter Längsdurchschnitt des Kopfes vom Schaf (*Ovis*). *o* Os occipitale. *co* Körper desselben. *ca* For. condyloïdeum anterius. *sph* Hinteres Keilbein (*Os sphenoïdeum posterius*). *csph* Körper desselben. *ov* Foram. ovale. *fs* Fissura orbit. sup. mit dem Foram. rot. zusammengeflossen. *sph'* Vorderes Keilbein (*Os sphenoïdeum ant.*). *csph'* Körper desselben. *sq* Schuppe (*Pars squamosa*) des Schläfenbeins. *ptr* Os petrosum. *ct* Canalis temporalis. *p* Os parietale. *fr* Os frontale. *eth* Os ethmoideum. *c.s* Obere Nasenmuschel (*Concha sup.*). *c.i* Concha inf. *n* Os nasale. *ms* Os maxillare sup. *im* Os intermaxillare. *pa* Os palatinum. *pti* Os pterygoïdeum internum. *sph—p* Foramen sphenopalatinum.

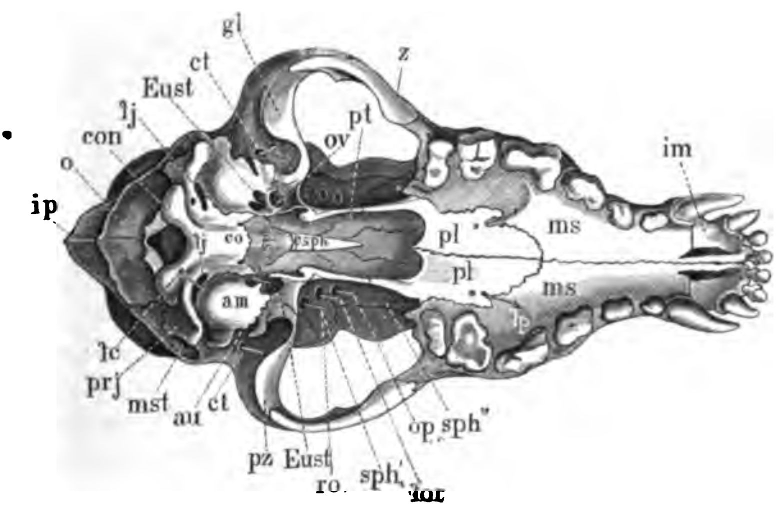



**Fig. 472.** Schädel vom Hund (*Canis familiaris*) von unten. *o* Os occipitale. *con* Condylus oss. occipitis. *fc* For. condyloïdeum anterius. *prj* Processus jugularis. *ip* Os interparietale. *co* Carpus ossi occipitis. *csph* Körper des hinteren und vorderen Keilbeins. *sph'* Grosser Keilbeinflügel. *sph''* Kleiner Keilbeinflügel. *ro* Foramen rotundum. *for* Fissura orbitalis sup. *op* Foram. opticum. *ov* Foram. ovale. *au* Aeusserer Gehörgang. *ct* Canalis temporalis. *am* Os tympanicum (*Bulla ossea*). *pz* Processus zygomaticus. *mst* Proc. mastoïdeus. *gl* Gelenkgrube für den Kopf des Unterkiefers. *pt* Os pterygoïdeum, die abgelöste Ala externa des Processus pterygoïdeus des Keilbeins. *Eust* Tuba Eustachii. *pl* Os palatinum. *ms* Os maxillare sup. *im* Os intermaxillare.

thieren bereitet sich, unter Rückbildung der Lamina externa des Processus pterygoïdeus eine Loslösung seiner Lamina s. Ala interna — die auch beim menschlichen Foetus ein getrenntes selbständiges Knochenstück ist, — vor,

die dann bei einigen Säugethieren (Robben, Canis u. a.), namentlich aber bei den Vögeln und Amphibien, soweit sich vollzieht, dass daraus ein selbstständiges Skeletstück — Os pterygoïdeum — wird (Fig. 472 *pt*), das nun zu einem wesentlichen Bestandtheil des Oberkiefergaumengerüstes sich umwandelt. Das Os pterygoïdeum ist eigentlich ein selbständiges Skeletstück, das nur beim Menschen und vielen Säugethieren, bei denen es seine Wichtigkeit für den Gaumen verloren hat, mit einem Fortsatze des hinteren Keilbeins verwächst, während es seine Selbständigkeit da behält, wo es zur Vergrösserung und Verlängerung des Gaumens dienen soll. Die Grösse der beiden Keilbeine ist verschieden, bald praevalirt die des hintern über das vordere (Nager, Edentaten, Carnivoren), bald ist aber auch das Umgekehrte der Fall (Einhufer, Wiederkäuer, Pachydermen, Cetaceen). Das vordere Keilbein wird immer von den beiden Sehnerven durchbrochen. Die beiden dadurch veranlassten Foramina optica sind, wenn sie auch noch so sehr einander sich nähern, in der Regel noch von einander geschieden. Nur sehr selten (Lepus, Pedetes) fliessen sie zusammen. Die Scheitelbeine (Fig. 470 *p*, Fig. 471 *p*) bilden den obern Schluss des mittleren Schädelwirbels, die bei manchen Säugethieren (Wiederkäuern, Einhufern, vielen Pachydermen, den Monotremen, vielen Carnivoren u. a.) grosse Neigung haben, frühzeitig unter einander zu verwachsen. Bei den meisten Säugethieren entwickelt sich zwischen denselben und dem oberen Theil des Os occipitale ein eigner kleiner, rundlicher Knochen — das Os interparietale, das gleichsam ein Fontanellknochen ist und früher oder später entweder mit den Scheitelbeinen oder mit dem Hinterhauptsbeine verwächst, oder seine Selbständigkeit behält. Zwischen Hinterhaupts-, Keil- und Scheitelbein hat theils an der Seite des Schädels, theils an dessen Basis das Schläfenbein seine Lage (Fig. 473 *t*, Fig. 474 *t*). Es ist der Hauptsache nach ein Gerüstknochen eines wichtigen Sinnesorganes. Es zerfällt meistens in drei (selten in vier) Stücke, nämlich 1) in das Os petrosum (Fig. 471 *pr*), 2) in das Os tympanicum (Fig. 473 *am*, Fig. 472 *am*) und 3) in das Os squamosum (Fig. 473 *t*). Während das Letztere den Träger des Unterkiefers abgibt und sich an den mittleren Schädelwirbel anlehnt, umschliessen die beiden Ersteren den mittleren und inneren Theil des Gehörapparates, das Tympanicum die Paukenhöhle und das Paukenfell, das Petrosum das Ohrlabyrinth. Das Tympanicum stellt ursprünglich einen oben offenen Ring dar, der bei manchen (Monotremen, Beutelthieren u. a.) bleibend sich erhält, bei andern aber wesentlich sich umgestaltet. Bei manchen Thieren (Nagern, Carnivoren u. a.) erfährt das Tympanicum eine blasige Auftreibung, was die s. g. Bulla ossea darstellt. Die beim Menschen unterscheidbare Pars mastoïdea, sowie der Processus mastoïdeus ist meistens nur schwach ausgebildet (Fig. 473 *mst*) und stellt bei Säugethieren nie ein selbständiges Knochenstück (*Os mastoïdeum*) dar.

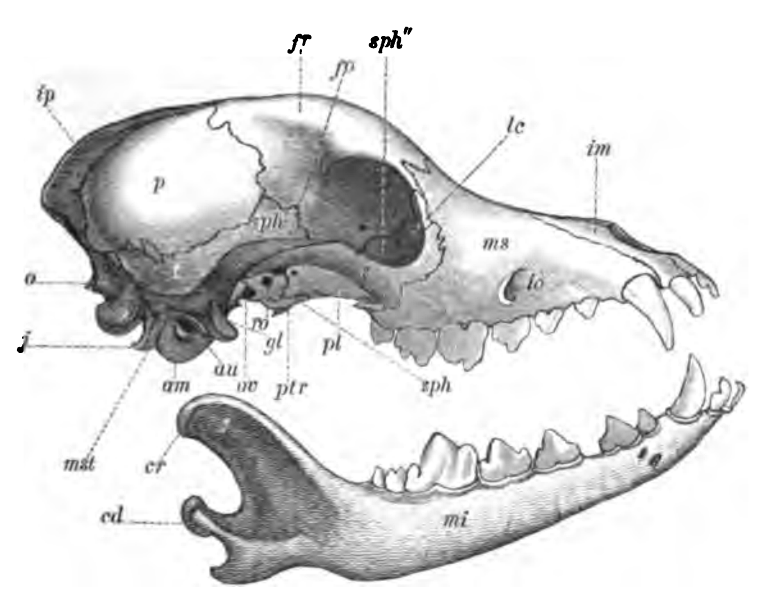



**Fig. 473.** Schädel vom Hunde (*Canis familiaris*), von der Seite angesehen. *o* Os occipitale. *p* Processus jugularis. *t* Schuppe des Schläfenbeins. *mst* Processus mastoïdeus des Schläfenbeins. *au* Aeusserer Gehörgang. *am* Bulla ossea des Paukentheils. *gl* Gelenkgrube des Schläfenbeins. *p* Scheitelbein. *ip* Os interparietale. *fr* Os frontale. *sph* Ala temporalis des Keilbeins, der Orbitalflügel ist nicht sichtbar, weil er vom Jochbogen gedeckt ist; was fälschlich mit *sph*" bezeichnet ist, gehört dem Gaumenbein (*p*). *fo* Foramen opticum. *ro* Foram. rotundum. *ov* Foramen ovale. *ptr* Proc. pterygoïdeus. *ms* Oberkieferbein. *io* Foramen infraorbitale. *pl* Os palatinum. *mi* Maxilla inf. *cd* Condylus maxillae. *cr* Processus coronoïdeus.

Der vordere Schädelbezirk, dem vordern Schädelwirbel entsprechend, wird hauptsächlich vom Stirn- und Siebbein gebildet (Fig. 473 *fr*, Fig. 471 *fr eth*), das Stirnbein (*Os frontale*) zerfällt in der Regel in zwei Hälften, die nur bei wenigen Säugethieren (Monotremen, Insectivoren, Chiropteren, Quadrumanen etc.) frühzeitig verschmelzen. Mit den kleinen Flügeln des vordern Keilbeins bildet es den Bogen des vordern Schädelwirbels, dessen Körper der vordere Keilbeinkörper ist. Die vordere Ausgangsöffnung der Höhlung des vordern Schädelwirbels wölbt sich zum Abschluss der Schädelhöhle zu und bedingt dadurch die mediane Stirnnaht. Nur ganz unten, zwischen den über den Augenhöhlen liegenden Abschnitten bleibt eine Lücke offen, welche vom Siebbein (Fig. 471 *eth*) ausgefüllt wird. Die, diese Lücke (*Incisura ethmoïdalis*) begrenzenden Orbitaltheile des Stirnbeines, welche vorzüglich die Decke der Orbita bilden, biegen sich bei vielen Säugethieren mit ihrem innern Theil sehr weit abwärts, so dass sie auch einen grossen Theil der innern Orbitalwand bilden. Namentlich ist dies dann der Fall, wenn, wie bei den Robben, beide Augenhöhlen einander sehr nahe rücken, ja am hinteren Ende von beiden Seiten mit einander zu einer unpaaren Platte verschmelzen (manche Affen, Robben und Nager). Das Siebbein ist wesentlich ein Gerüstknochen des

Riechapparates, der daher an der Bildung der Schädelhöhle einen geringen Antheil da nimmt, sein grösster Theil vielmehr in die Nase hineinragt und den Träger der Riechschleimhaut abgibt. — Die das Schädeldach bildenden Knochen (Hinterhauptsbein, Scheitelbein, Stirnbein) zeigen bei einzelnen Säugethieren bezüglich ihrer Lage und Ausdehnung zum Theil sehr grosse Verschiedenheiten. So gewinnen bei den hörnertragenden Wiederkäuern die Stirnbeine eine so bedeutende Grösse, dass sie sich des oberen Umfanges des Schädels grossentheils bemächtigen und die Scheitelbeine mehr zum Hinterhaupt zurückgedrängt werden. Beim Rinde geht dies soweit, dass die Scheitelbeine, die hier zugleich sehr frühe verwachsen, die Stelle einnehmen, welche sonst das Occipitale superius einnimmt, und dadurch mit zu Trägern der Ansätze der Nackenmuskeln werden. Nur ein schmaler Theil verlängert sich noch an die Seite des Schädels, an die Schläfe.

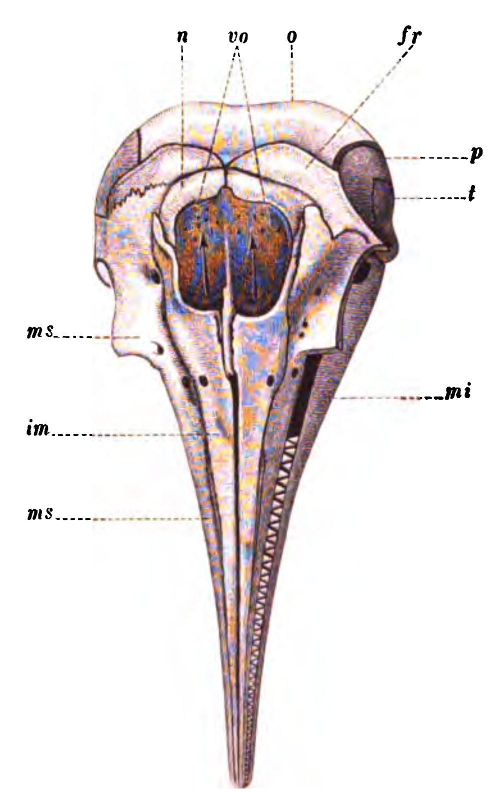



Fig. 474. Kopfskelet von Delphinus phocaena. *o* Hinterhauptsbein. *fr* Stirnbein. *p* Scheitelbein. *t* Schläfenbein. *n* Nasenbein. *vo* Pflugscharbein (*Vomer*). *ms* Oberkieferbein. *im* Zwischenkieferbein (Os intermaxillare). *mi* Unterkiefer.

Umgekehrt, als wie in vorliegendem Falle, verhalten sich Stirnbein und Hinterhauptsbein bei den Cetaceen, wo durch die aufrechte Stellung der Nasenhöhle und Verlegung ihrer vorderen Eingangsöffnungen an die Stirne (Fig. 474) die Stirnbeine zusammengedrückt und so nach der Seite gedrängt werden, dass sie kaum noch in der Mitte einander berühren. Der grösste Theil des Schädeldaches wird hier vom Hinterhauptsbein (*o*) gebildet, das so weit nach vorn sich ausdehnt, dass es, die Scheitelbeine auseinander, nach den Seiten drängend, mit den Stirnbeinen unmittelbar zusammenstösst und die Scheitelbeine (*p*) an die Schläfe zu liegen kommen. Auch bei den Robben (Fig. 437) sind die Stirnbeine (*p*) kleiner. Ihr grösster Theil (Orbitaltheil) bildet mit den Orbitalflügeln des Keilbeins die hintere Wand der Orbita, während der eigentliche

Stirntheil klein ist und in einen langen schmalen Nasentheil ausläuft, der sich zwischen die beiden Augenhöhlen legt.

Die Verbindungsweise der Schädelknochen ist die gleiche, wie beim Menschen, nämlich durch Naht. Nur zeichnen sich manche Säugethiere, wie viele Carnivoren (Mustela, Meles, Lutra u. a.) und Monotremen durch die Neigung zu früher Verwachsung ihrer Nähte aus.

Die Knochen des Schädels zeigen bei verschiedenen Säugethieren noch mancherlei Formbesonderheiten, von denen die auffälligsten hier noch berührt werden sollen. So erhebt sich 1) im späteren Alter auf dem Scheitel der Carnivoren u. a. ein kräftiger Knochenkamm, veranlasst durch die Entwicklung der kräftigen Schläfenmuskeln. Aehnliche Knochenleisten finden sich auch am Hinterhaupte beim Schwein u. a. Pachydermen, welche durch die starke Nackenmuskulatur hervorgerufen werden. Auch der Schädel des alten Orang-Utang, Gorilla u. a. zeigen solche Kamm- und Leistenbildungen, während den jungen Thieren dieselben noch fehlen; daher auch der Schädel letzterer abgerundeter und dem menschlichen ähnlicher erscheint, als der des alten Thieres, dessen kantige und eckige Gestalt in Verbindung mit dem stärkeren Hervortreten der Kau- und Beisswerkzeuge ihm mehr den Ausdruck der Thierheit und wilden Kraft gibt. 2) Gehören hierher Knochenbildungen, durch Verknöcherung sonst fibröser Gebilde entstanden. So gehört hierher das Vorkommen eines theilweise knöchernen Hirnzeltes (Fig. 475) bei den Carnivoren u. a., das an der Innenfläche der Scheitelbeine ansitzt. Ebenso das Vorkommen einer knöchernen Hirnsichel, wie dies z. B. beim Schnabelthier gefunden wird.

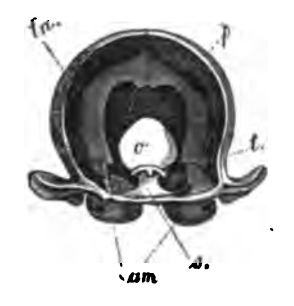



Fig. 475. Querdurchschnitt des Schädels der Katze (*Felis catus*), um das knöcherne Hirnzelt (*Tentorium cerebelli*) sichtbar zu machen. *tn* Knöchernes Hirnzelt. *o* Hinterhauptsloch. *s* Sattellehne. *p* Scheitelbein (*Os parietale*). *t* Schläfenbeinschuppe. *am* Ampulla ossea.

Beim Schwein, manchen Nagern (Hydrochoërus u. a.), Wiederkäuern, Einhufern u. a. ragt von den Occipitalia lateralia ein langer Fortsatz abwärts — Processus jugularis s. paramastoïdeus hervor, der von den Thier-Aerzten irrthümlich als Processus mastoïdeus angesehen wurde.

Ferner gehört hierher die Entwicklung von Knochenzapfen (Fig. 476) auf dem Stirnbein der Wiederkäuer zur Bildung von Hörnern und Geweihen. Die Bildung derselben ist indess eine verschiedene. Die Hörner stellen eine mächtige verhornte Epidermisbildung dar, deren Matrix die den Stirnzapfen überziehende äussere Körperhaut ist. Der Stirnzapfen ist nur Träger des Hornes, nicht das Horn selbst, während die Bildung der Geweihe aus

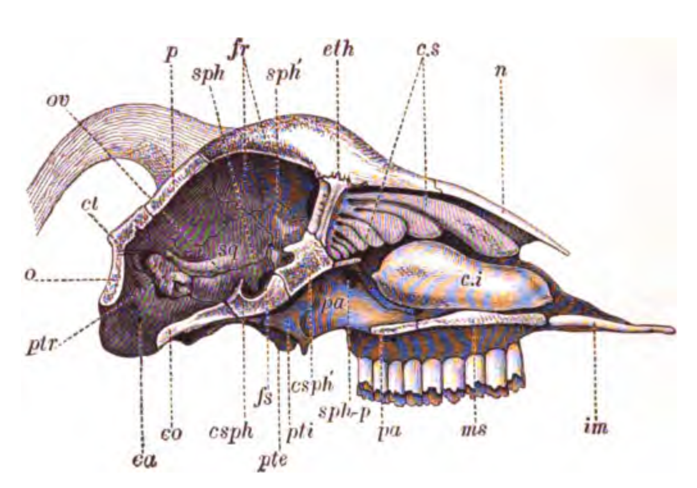



**Fig. 476.** Senkrechter Längsdurchschnitt des Kopfes vom Schaf (*Ovis*). *o* Os occipitale. *co* Körper desselben. *ca* For. condyloïdeum anterius. *sph* Hinteres Keilbein (*Os sphenoïdeum posterius*). *csph* Körper desselben. *ov* Foram. ovale. *fs* Fissura orbit. sup., mit dem Foram. rot. zusammengeflossen. *sph'* Vorderes Keilbein (*Os sphenoïdeum ant.*). *csph'* Körper desselben. *sq* Schuppe (*Pars squamosa*) des Schläfenbeins. *ptr* Os petrosum. *ct* Canalis temporalis. *p* Os parietale. *fr* Os frontale. *eth* Os ethmoïdeum. *c.s* Obere Nasenmuschel (*Concha sup.*). *c.i* Concha inf. *n* Os nasale. *ms* Os maxillare sup. *im* Os intermaxillare. *pa* Os palatinum. *pti* Os pterygoïdeum internum. *sph—p* Foramen sphenopalatinum.

dem Stirnzapfen selbst hervorgeht. So lange der letztere noch knorpelich weich und gefässreich ist, wird er zwar auch von der äusseren Haut überzogen, aber diese wird abgestreift (der s. g. Bast), sobald der Härtungsprozess des Stirnzapfens vollendet ist.

Zu den Formeigenthümlichkeiten einzelner Säugethierschädel sind auch noch Verschiedenheiten zu rechnen, welche manche, Blutgefässen zum Durchtritt dienende Knochenöffnungen darbieten. So ist das Foramen jugulare bei manchen Säugethieren (Wiederkäuern, Einhufern, Nagern, manchen Carnivoren) sehr eng und klein (Fig. 478 *fj*), da das Blut der Schädelhöhle weniger durch die, dann auch sehr schwach entwickelte Vena jugularis interna, als vielmehr auf andern Wegen ausgeführt wird. So wird es entweder

a) wie bei den Wiederkäuern (Fig. 476 *ct*), dem Pferde und vielen Nagern, manchen Carnivoren (Canis) (Fig. 478 *ct*), auch einigen Affen (Cebus, Cercopithecus), theils durch eine Oeffnung im Schläfenbein (*Foramen s. Canalis temporalis*) in die Wurzel der Vena jugularis externa abgeführt, theils

b) gelangt es durch einen nach dem Foramen occipitale magnum leitenden kurzen Canal in die Venen des Wirbelcanals, oder es wird

c) bei andern (Felis u. a.) vorwiegend auf letzterem Wege in den Canal der Wirbelsäule abgeleitet.

Die erwähnte Oeffnung im Schläfenbein erhält sich spurweise zum Theil auch da noch, wo bereits das Foramen jugulare den Hauptabzugsweg des venösen

Blutes der Schädelhöhle abgibt, wie man es bei manchen Affen und hie und da auch beim Menschen findet.

#### ββ) Antlitztheil des Kopfes oder Kiefergaumengerüstes der Säugethiere.

Er zerfällt in den unbeweglich mit dem Schädel verbundenen Oberkiefertheil und in den beweglichen Unterkiefer. Die Knochen, welche den Antlitztheil des Kopfes zusammensetzen, sind ebenso, wie die des Schädels, zahlreicher, als beim Menschen, weil auch hier einzelne Knochen, die bei Menschen ungetheilt zu sein pflegen, in mehrere Stücke zerfallen. So zerfallen namentlich die beiden Oberkieferbeine jederseits in zwei Stücke, in das eigentliche Oberkieferbein (Fig. 477 *ms*), den Träger der Eck- und Backenzähne, und in das Zwischenkieferbein, welches den Träger der

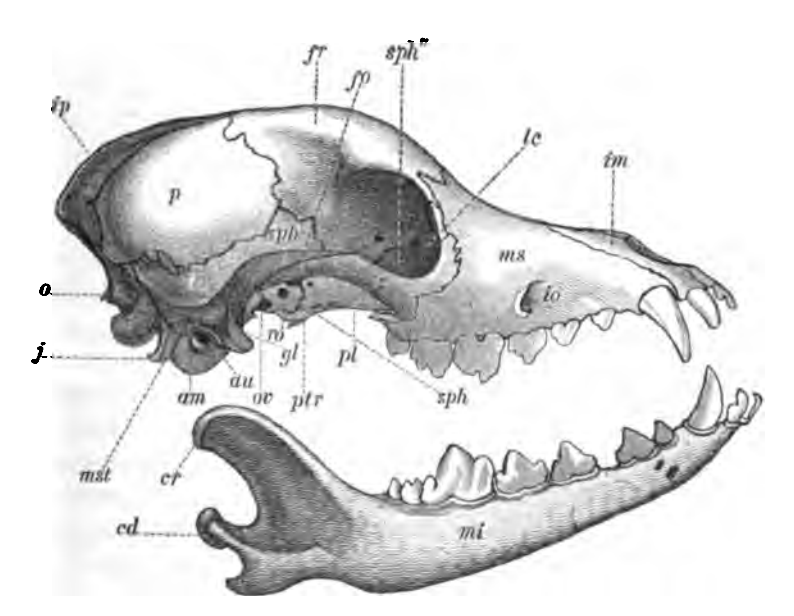



**Fig. 477.** Schädel vom Hunde (*Canis familiaris*), von der Seite angesehen. *o* Os occipitale. *p* Processus jugularis. *t* Schuppe des Schläfenbeins. *mst* Processus mastoïdeus des Schläfenbeins. *au* Aeusserer Gehörgang. *am* Bulla ossea des Paukentheils. *gl* Gelenkgrube des Schläfenbeins. *p* Scheitelbein. *ip* Os interparietale. *fr* Os frontale. *sph* Ala temporalis des Keilbeins. Der Orbitalflügel ist nicht sichtbar, weil er vom Jochbogen gedeckt ist; was fälschlich mit *sph''* bezeichnet ist, gehört dem Gaumenbein (*pl*). *fo* Foramen opticum. *ro* Foram. rotundum. *ov* Foramen ovale. *ptr* Proc. pterygoïdeus. *ms* Oberkieferbein. *io* Foramen infraorbitale. *pl* Os palatinum. *mi* Maxilla inf. *cd* Condylus maxillae. *cr* Processus coronoïdeus.

Schneidezähne abgibt. Bei einigen Säugethieren (Robben, Canis u. a.) wird die Zahl der einzelnen Glieder des Antlitztheils auch noch dadurch vermehrt, dass die Ala interna des Processus pterygoïdeus sich als Flügelbein (*Os pterygoïdeum*) ablöst (Fig. 478 *pt*) und bei den Thieren der nächstfolgenden Classen sich zu einem wichtigen Bestandtheil des Kiefergaumengerüstes umbildet. Uebrigens können manche beim Menschen doppelte Knochen durch Verwachsung auch unpaar werden, wie dies nament-

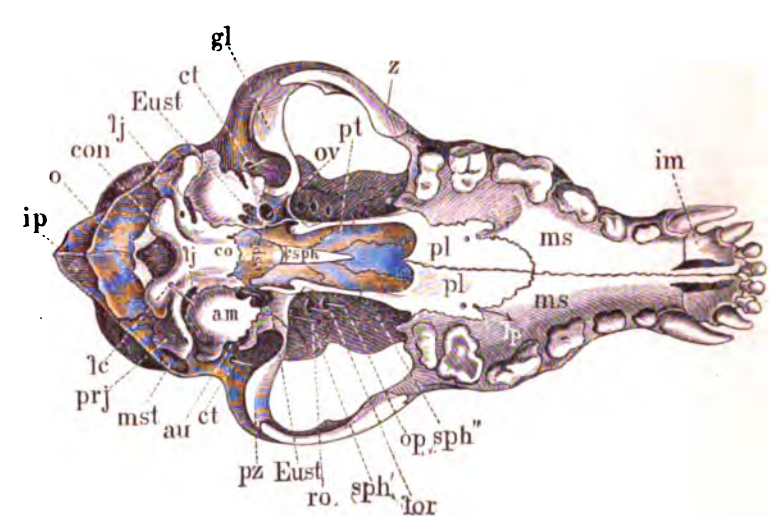



**Fig. 478.** Schädel vom Hund (*Canis familiaris*) von unten. *o* Os occipitale. *con* Condylus oss. occipitis. *fc* For. condyloïdeum anterius. *prj* Processus jugularis. *ip* Os interparietale. *co* Carpus ossi occipitis. *csph* Körper des hinteren und vorderen Keilbeins. *sph'* Grosser Keilbeinflügel. *sph''* Kleiner Keilbeinflügel. *ro* Foramen rotundum. *for* Fissura orbitalis sup. *op* Foram. opticum. *ov* Foram. ovale. *au* Aeusserer Gehörgang. *ct* Canalis temporalis. *am* Os tympanicum (*Bulla ossea*). *pz* Processus zygomaticus. *mst* Proc. mastoïdeus. *gl* Gelenkgrube für den Kopf des Unterkiefers. *pt* Os pterygoïdeum, die abgelöste Ala externa des Processus pterygoïdeus des Keilbeins. *Eust* Tuba Eustachii. *pl* Os palatinum. *ms* Os maxillare sup. *im* Os intermaxillare.

lich von den Nasenbeinen mancher Affen gilt. So kann die Zahl der Antlitzknochen mindestens 15 betragen, aber sich bis auf 18 steigern.

Die Knochen des Oberkiefergerüstes sind nun: 1) die beiden Oberkieferbeine (*Ossa maxillaria superiora*) (Fig. 477 *ms*); 2) die beiden Zwischenkieferbeine (*Ossa intermaxillaria s. incisiva* [*im*]); 3) die Nasenbeine (*Ossa nasalia* [Fig. 480 *z*]); 4) die Jochbeine (*Ossa zygomatica* [Fig. 477 *z*]); 5) die Thränenbeine (*Ossa lacrymalia* [Fig. 479 *lc*]); 6) die Gaumenbeine (*Ossa palatina* [Fig. 478 *pl*]); 7) die Muschelbeine oder unteren Nasenmuscheln (*Ossa turbinata s. Conchae inferiores* [Fig. 476 *c.i*]); 8) die Flügelbeine (*Ossa pterygoïdea*) und endlich 9) das Pflugscharbein (*Vomer*).

Der Unterkiefertheil des Antlitzes besteht aus dem Unterkiefer (*Maxilla inferior s. Os maxillare inferius* [Fig. 479 *mi*]), dessen beide Seitenhälften oft (wie bei den Cetaceen, Wiederkäuern, Monotremen, Beutelthieren, Edentaten, Nagern, vielen Carnivoren u. a.) den grössten Theil des Lebens hindurch getrennt bleiben. Nur bei den Affen, Chiropteren, Pachydermen, Einhufern und beim Menschen verwachsen sie sehr frühe mit einander.

Zu diesen typischen Antlitzknochen gesellen sich bei manchen Säugethieren noch accessorische hinzu. So kommt beim Schwein und Maulwurf vor den Zwischenkieferbeinen der sogenannte Rüsselknochen

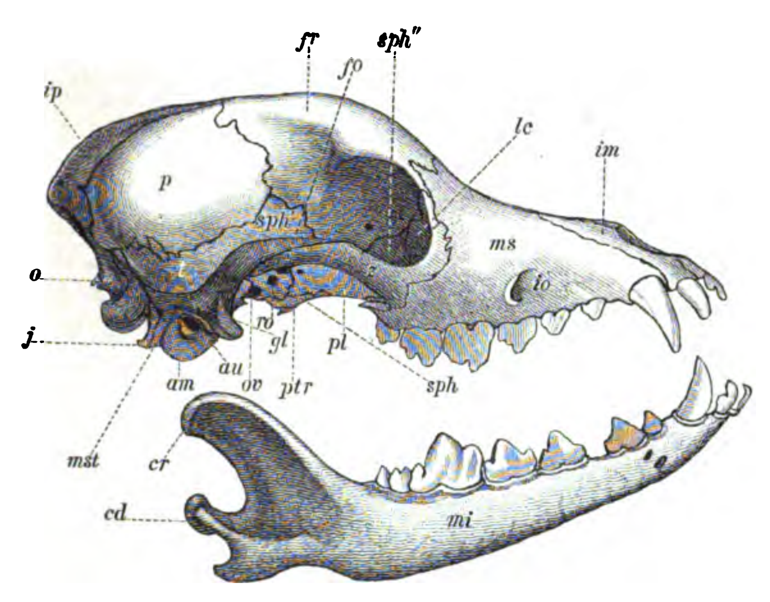



**Fig. 479.** Schädel vom Hunde (*Canis familiaris*), von der Seite angesehen. *o* Os occipitale. *p* Processus jugularis. *t* Schuppe des Schläfenbeins. *mst* Processus mastoïdeus des Schläfenbeins. *au* Aeusserer Gehörgang. *am* Bulla ossea des Paukentheils. *gl* Gelenkgrube des Schläfenbeins. *p* Scheitelbein. *ip* Os interparietale. *fr* Os frontale. *sph* Ala temporalis des Keilbeins. Der Orbitalflügel ist nicht sichtbar, weil er vom Jochbogen gedeckt ist; was fälschlich mit *sph''* bezeichnet ist, gehört dem Gaumenbein (*pl*). *fo* Foramen opticum. *ro* Foram. rotundum. *ov* Foramen ovale. *ptr* Proc. pterygoïdeus. *ms* Oberkieferbein. *io* Foramen infraorbitale. *pl* Os palatinum. *mi* Maxilla inf. *cd* Condylus maxillae. *cr* Processus coronoïdeus.

vor, welcher dem Rüssel eine Stütze gewährt und zur Unterstützung der Tastfunction des letzteren eine feste Unterlage abgibt. So gehört hierher auch das Os praenasale beim Faulthier und das Os praemaxillare beim Schnabelthier und beim Ameisenigel.

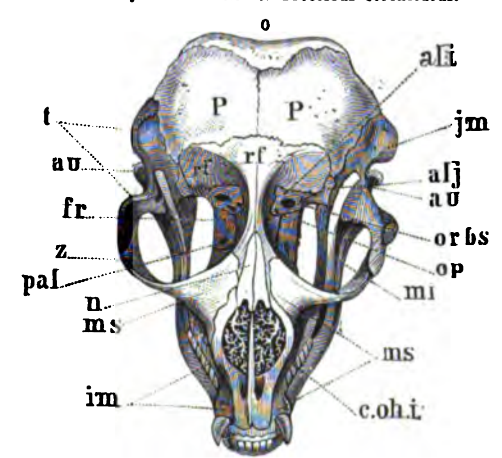



**Fig. 480.** Schädel von Phoca grönlandica. *o* Os occipitale. *p* Ossa parietalia. *fr* Ossa frontalia (die Zeichnung *rf* ist falsch und soll *fr* sein). *t* Schläfenbein. *au* Aeusserer Gehörgang. *ali* Kleiner Flügel des Keilbeins. *alj* Grosser Flügel desselben. *orb.s* Fiss. orbital. sup. *op* Foram. opticum. *ms* Maxilla superior. *n* Oss. nasalia. *s* Os zygomaticum. *pal* Os palatinum. *cch.i* (statt *c.oh.i*) Conchae inferiores (Nasenmuscheln). *mi* Unterkiefer (*Maxilla infer.*).

Von den Eigenthümlichkeiten, wodurch der Antlitztheil des Kopfes mancher Säugethiere noch sich auszeichnet, dürften insbesondere noch folgende hervorzuheben sein. So die Erweiterung des Canalis infraorbitalis zu einer sehr weiten Höhlung für die Aufnahme des Ursprungs des Musc. masseter, wie man Solches namentlich bei einigen Nagern (Hydrochoërus, Hystrix) findet.

Ferner gehört hierher die Umgestaltung des Processus zygomaticus des Oberkieferbeins zu einem Knochengewölbe beim Backenthier oder dem Paka (*Coelogenys*) für die Aufnahme der Backentasche.

Dann kann auch noch hierher gezählt werden der, das Horn auf der Nase tragende Knochenhügel beim Nashorn.

Endlich sei hier auch noch der wichtigsten Verschiedenheiten und Eigenthümlichkeiten gedacht, welche die Augenhöhle und knöcherne Nasenhöhle bei verschiedenen Säugethieren darbieten.

Was die Augenhöhlen (*Orbitae*) zunächst anbelangt, so kommen nur die der Affen in Form und Bau mit den menschlichen überein, während die der übrigen Säugethiere mehr oder weniger sich abweichend verhalten.

Bei den Affen ist die Gestalt der Augenhöhle, ihre Umschliessung durch Knochenwände und deren Durchbrechung von Oeffnungen (*Foramen opticum*), Canälen (*Canalis infraorbitalis*, *Canalis lacrymalis*) und Spalten (*Fissurae orbitales, superior* und *inferior*) nahezu die gleiche, wie beim Menschen. Auch die Knochen, welche ihre Wände bilden, sind dieselben wie beim Menschen, nämlich das Keilbein, Stirnbein und Siebbein von Seiten der Schädelknochen und das Oberkieferbein, Jochbein, Gaumenbein und Thränenbein von Seiten der Knochen des Antlitzes. Nur ist die Grösse des Antheils, den die einzelnen Knochen an der Bildung der Wände nehmen, schon bei den Affen nicht mehr die gleiche, wie beim Menschen, und bei den übrigen Säugethieren werden dadurch, dass sich der Antheil an der Bildung der Augenhöhlenwände bald vergrössert, bald verkleinert, oder einzelne sogar von jeder Theilnahme verdrängt werden, sehr bedeutende Abweichungen von der menschlichen Orbita veranlasst.

So greift die Orbitalplatte des Stirnbeins schon bei vielen Affen an der Nasenwand der Orbita weit herab und verschmilzt selbst an ihrem hintern Theile oft (beim Cebus u. a.) mit derselben Platte der andern Seite zu einem medianen Knochenblatt, einem Knochenseptum (*Septum interorbitale*), das allein noch beide Orbitae von einander trennt, so dass die sonst zwischen letzteren befindliche Nasenhöhle hier ganz vom Schädel verdrängt wird. Dadurch ist nun auch die Orbitalplatte des Siebbeins weiter abwärts gedrängt, und hilft zum Theil auch die untere Orbitalwand mit bilden.

Bei den andern Säugethieren treten aber schon weiter gehende Abänderungen auf. Der Orbitaltheil des Stirnbeins rückt mehr oder weniger an die innere Wand der Orbita, wodurch die obere mehr defekt wird.

Die untere Orbitalwand fällt dadurch zum grossen Theil auch weg, dass der Umfang der Orbitaseite des Oberkieferbeins sich verringert. Indem ferner die Verbindung, welche bei den Affen noch zwischen dem Stirnbein, dem Temporalflügel des Keilbeins und dem Jochbein bestand, sich löst und letzterer Knochen weit von beiden ersteren sich entfernt, kommt schliess-

lich auch die äussere Wand der Orbita in Wegfall, wodurch letztere nach der Schläfe ganz offen wird. So kommt es, dass bei manchen Säugethieren (Canis, Robbe u. a.) die Augenhöhle fast nur eine, nämlich die innere, Wand besitzt (Fig. 479). Bei andern (Wiederkäuern, Einhufern) bleibt die Schläfenwand in ihrem vordersten Theil dadurch noch geschlossen, dass der Stirnfortsatz des Jochbeins und der Jochfortsatz des Stirnbeins eine schmale Verbindungsbrücke mit einander bilden und so die Antlitzöffnung der Orbita als einen geschlossenen Knochenring erscheinen lässt. Bei andern, wie bei Felis u. a., wo die beiden genannten Fortsätze einander nicht erreichen, wird dieser ringförmige Schluss durch einen beide verbindenden Bandstreifen bewirkt.

Dieser Mangel eines Theils der knöchernen Orbitalwände wird indess, da die Kegelform der Augenhöhle ein Erforderniss für die Bewegung des Augapfels ist, — durch elastische faserhäutige (oder selbst muskulöse) Wände, die an der Stelle der fehlenden Knochen ausgespannt sind, ergänzt. Dass die Augenhöhlen beim Menschen und den Affen ganz von Knochenwänden gebildet sind, während bei den übrigen Säugethieren ein Theil der letzteren nur häutig vertreten ist, hängt von der Verschiedenheit des Muskelapparates dieser Thiere ab (vergl. unter Muskelapparat des Auges).

Weitere Abänderungen in der Anordnung der Knochen der Orbita betreffen das Oberkieferbein, Gaumenbein, Siebbein und Thränenbein. Die Orbitalseite des Os maxillare superius ist bedeutend verkleinert, dagegen der Orbitaltheil des Gaumenbeins ansehnlich vergrössert, der aber nicht zur Vervollständigung der untern Orbitawand, hinter das Oberkieferbein, — sondern zur Vervollständigung des untern Theils der innern oder nasalen Orbitawand nach innen gerückt ist und (bei Canis, Felis u. a.) sowohl mit dem Orbitalflügel des Keilbeins, als auch besonders mit dem Orbitatheil des Stirnbeins sich verbindet.

Dadurch wurde eine wesentliche weitere Abänderung veranlasst, die nämlich, dass das Siebbein von der Theilnahme an der Bildung der innern Wand der Orbita ausgeschlossen und ganz in die Nasenhöhle zurückgedrängt wurde.

Auch das Thränenbein zeigt einige Verschiedenheiten, indem es bei manchen Säugethieren (Affen, Carnivoren u. a.) noch klein ist und noch ganz in der Augenhöhle liegt oder kaum noch an der Bildung des innern Orbitalrandes sich betheiligt, bei andern (Wiederkäuern u. a.) dagegen so mächtig wird, dass es aus der Orbita hervortritt an die vordere Antlitzfläche und, zwischen Jochbein, Oberkieferbein und Stirnbein eingreifend, ein ansehnliches Glied des knöchernen Antlitzes darstellt.

Die Nasenhöhle (*Cavum nasi*), welche das Riechorgan zu bergen bestimmt ist, zerfällt bei allen Säugethieren, wie beim Menschen, durch

ein medianes Septum (*Septum nasi*) in zwei einander gleiche Seitenhälften. Sie liegt zwischen beiden Augenhöhlen, die Mitte des vordersten Theils des Bodens der Schädelhöhle über sich und die Mundhöhle unter sich habend. Die beiden Augenhöhlen scheidet sie von einander um das Maass ihres transversalen Durchmessers. Bei den Robben verschmälert sich indess der zwischen beiden Orbitae liegende Nasenbezirk sehr ansehnlich, so dass erstere sich einander sehr viel mehr nähern, als bei den meisten übrigen Säugethieren (Fig. 480). Bei manchen, wie bei einigen Affen (Cebus u. a.), manchen Nagern (z. B. Lepus u. a.) und selbst schon den Robben geht dies soweit, dass die beiderseitigen, dem Stirnbein angehörigen Knochenwände nach hinten und oben mit einander zu einem medianen Septum interorbitale verwachsen, dadurch die Nasenhöhle grösstentheils vom Schädel entfernt und nur noch vorn und oben, an der Eintrittsstelle der Riechnerven, mit diesem in Verbindung bleibt.

Mit ihrem Längsdurchmesser liegt die Nasenhöhle wesentlich horizontal mit vorn über dem Maule stehenden Eingangs- und hinten nach dem Schlundkopfe führenden Ausgangsöffnungen.

Die Knochen, welche an der Bildung ihrer Wände sich betheiligen, sind die gleichen, wie beim Menschen, nämlich von Seiten der Schädelknochen das Stirnbein, Siebbein und Keilbein; von Seiten der Antlitzknochen: die Oberkiefer-, Zwischenkiefer-, Nasen-, Thränen-, Gaumen- und Muschelbeine, und das Pflugscharbein (*Vomer*). Die äussern Seitenwände beider Hälften der Nasenhöhle tragen, wie beim Menschen, jene zur Vergrösserung der Oberfläche und Verengerung des Durchgangs der Athmungsluft dienenden länglichen, wulstförmigen Erhebungen (Fig. 481 *c.s*, *c.i*), welche die Nasenmuscheln heissen, deren Ausbildung und Formen grosse Verschiedenheiten zeigen. Bei Carnivoren, Robben u. a. sind diese namentlich von complicirter, baumartig verästelter Form (Fig. 480 *cch.i*).

Abweichend in Lage und Richtung verhält sich die Nasenhöhle der Cetaceen. Hier hat sie nämlich, statt der gewöhnlichen horizontalen Lage (Fig. 481) eine verticale Stellung erhalten, so dass die sonst vordern Nasenöffnungen aufwärts sehen und vor der Stirn ihre Lage nehmen (Fig. 482). Diese Richtungsänderung hat nun auch eine wesentliche Aenderung der Lage der Knochen sowohl des Schädels als auch des Antlitztheiles zur Folge. Die Knochen, welche sonst über der Nasenhöhle, deren Decke bildend, lagen, sind nun nach hinten gedrängt, gleichsam auf den Schädel hinauf geschoben. Nur die beiden Oberkieferbeine mit den Zwischenkieferbeinen und der Unterkiefer bilden allein den schnauzenartig vorspringenden Antlitztheil.

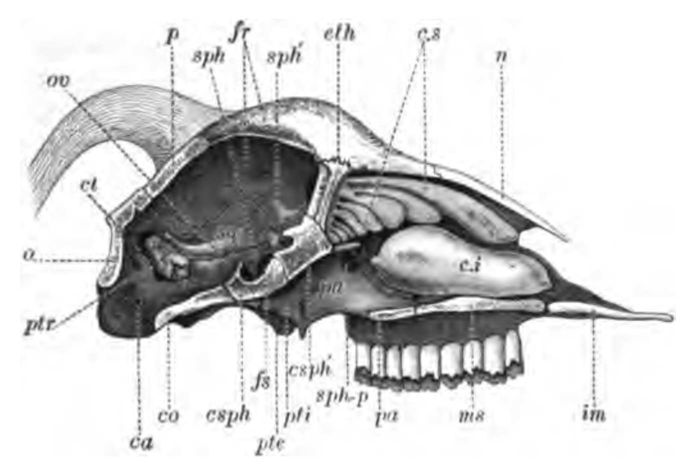



**Fig. 481.** Senkrechter Längsdurchschnitt des Kopfes vom Schaf (*Ovis*). *o* Os occipitale. *co* Körper desselben. *ca* For. condyloïdeum anterius. *sph* Hinteres Keilbein (*Os sphenoïdeum posterius*). *csph* Körper desselben. *ov* Foram. ovale. *fs* Fissura orbit. sup., mit dem Foram. rot. zusammengeflossen. *sph'* Vorderes Keilbein (*Os sphenoïdeum ant.*). *csph'* Körper desselben. *sq* Schuppe (*Pars squamosa*) des Schläfenbeins. *ptr* Os petrosum. *ct* Canalis temporalis. *p* Os parietale. *fr* Os frontale. *eth* Os ethmoïdeum. *c.s* Obere Nasenmuschel (*Concha sup.*). *c.i* Concha inf. *n* Os nasale. *ms* Os maxillare sup. *im* Os intermaxillare. *pa* Os palatinum. *pti* Os pterygoïdeum internum. *sph—p* Foramen sphenopalatinum.

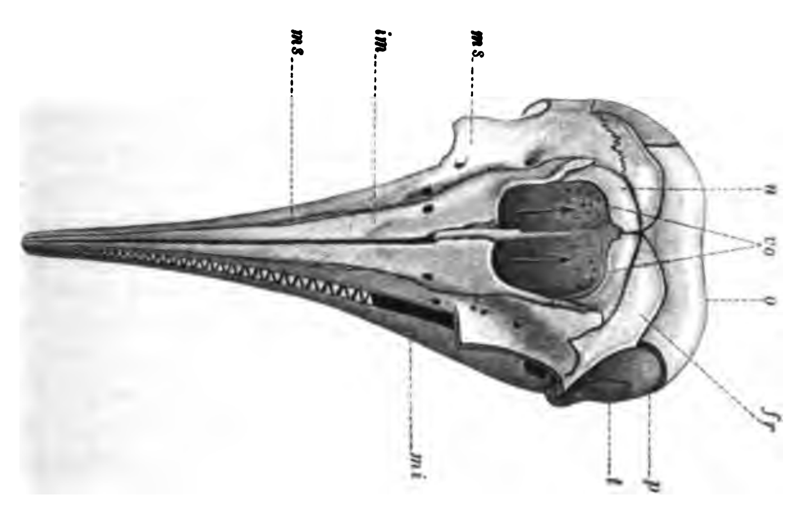



**Fig. 482.** Kopfskelet von Delphinus phocaena. o Hinterhauptsbein. *fr* Stirnbeine. *p* Scheitelbeine. *t* Schläfenbeine. *n* Nasenbeine. *co* Pflugscharbein (*Vomer*). *ms* Oberkieferbein. *im* Zwischenkieferbein (*Os intermaxillare*). *mi* Unterkiefer.

## bb) Kopfskelet der Vögel.

### αα) Schädel (*Cranium*).

An der Umschliessung der Schädelhöhle betheiligen sich hier im Allgemeinen die gleichen Knochen, wie bei den Säugethieren. Sie verwachsen nur schon sehr frühe der Art mit einander, dass selten Spuren von Nähten

übrig bleiben und der ausgewachsene Schädel eine ungetheilte Knochenkapsel darstellt. Nur bei ganz jungen Vögeln findet man die Trennung der Knochen vor. Von den einzelnen Knochen ist zunächst bemerkenswerth, dass das Hinterhauptsbein (Fig. 483) anfänglich auch aus vier Stücken (einem Basilare, zwei Lateralia und einem Superius) zusammengesetzt ist und zur Verbindung mit der Wirbelsäule einen einfachen, kugelichen Gelenkkopf (Fig. 484 *co*) trägt; — ferner die Scheitelbeine (Fig. 483 *p*) von bescheidener Grösse sind, — dagegen die Stirnbeine einen so grossen Umfang besitzen, dass sie sich des grössern Theils der Schädeldecke bemächtigen. Das Keilbein zerfällt auch, wie bei den

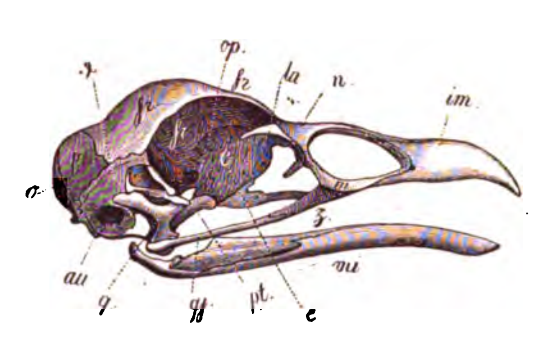



**Fig. 483.** Schädel vom Truthahn (*Meleagris gallopavo*). *o* Os occipitale. *p* Os parietale. *fr* Os frontale. *t* Os squamosum. *au* Rahmen für das Trommelfell. *q* Os quadratum. *qj* Os quadratojugale. *e* Os ethmoïdeum. *la* Os lacrymale. *n* Os nasale. *z* Os zygomaticum. *m* Os maxillare superius. *im* Os intermaxillare. *pt* Os pterygoïdeum. *op* Foramen opticum. *mi* Maxilla inferior, der vorderste Theil stellt das Os dentale, der hinterste das Gelenkstück (Os articulare) dar, welches aufwärts die Gelenkfläche für die Verbindung mit dem Quadratum und rückwärts einen Fortsatz trägt, der bei **Anas**, Urogallus u. a. sehr in die Länge entwikkelt ist.

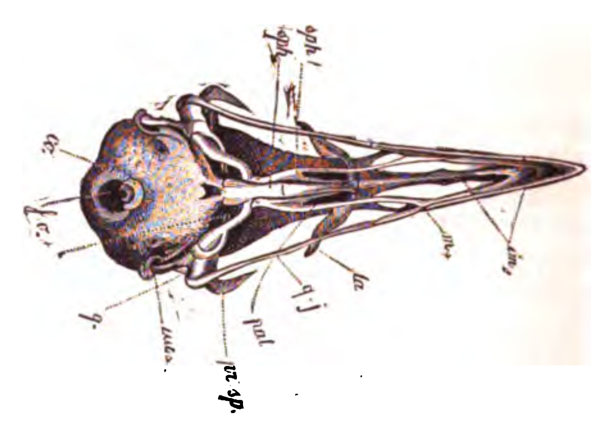



**Fig. 484.** Kopf vom Truthahn (*Meleagris gallopavo*) von unten. *fo* Foramen occipitale magnum. *co* Condylus oss. occipitis. *au* Zugang zur Paukenhöhle. *q* Os quadratum. *pr.sq* Nach vorn gerichteter Fortsatz des Os squamosum. *sph* Hinterer Keilbeinkörper. *sph'* Vorderer Keilbeinkörper. *ptg* Flügelbein (*Os pterygoïdeum*), das Quadratum mit dem Gaumenbein und hinteren Keilbeinkörper beweglich verbindend. *pal* Os palatinum. *q—j* Os quadratojugale. *la* Os lacrymale. *m* Os maxillare superius. *im* Os intermaxillare.

Säugethieren, in ein hinteres und vorderes Keilbein. Das erstere wird von dem hintern Keilkörper (*Basisphenoïdeum posterius*) und den Temporalflügeln (*Alae majores s. Alisphenoïdeum*), die von Löchern für den Durchtritt des N. trigeminus durchbrochen sind, gebildet, während das vordere Keilbein nur aus dem vorderen Keilbeinkörper (*Basisphe-*

*noïdeum anterius*), ohne Orbitalflügel, besteht. Letztere kommen nur beim Strauss vor, während sie sonst verkümmert sind. Dieser schmale und stielartig nach vorn auslaufende vordere Keilbeinkörper trägt nur das Siebbein, das ebenfalls sehr unvollkommen entwickelt ist. Die Seitentheile des letztern (*Ethmoïdalia lateralia*), die schon bei manchen Säugethieren etwas defect sich zeigten, fehlen bei den Vögeln meistens vollständig und die mittlere Platte (*Ethmoïdale medium*), die dort die Scheidewand der Nasenhöhlen bilden half, ist allein hier zurückgeblieben, bildet aber nicht die Scheidewand der letztern, sondern das Septum interorbitale, das selbst noch so defekt sein kann, dass mittelst grosser oder kleiner nur häutig verschlossener Lücken beide Augenhöhlen unmittelbar aneinander stossen.

Besonders muss aber hervorgehoben werden, dass die Knochen der Schläfengegend von dem Schläfenbein der Säugethiere sehr abweichend sich verhalten. Sie bestehen zwar auch aus einem das Ohrlabyrinth bergenden Os petrosum und einem Os squamosum (Fig. 483). Aber von einem Tympanicum ist nichts vorhanden, — dafür finden sich indess zwei andere Knochen vor, von denen der eine — Os quadratum [*q*] — zwischen das Squamosum und Gelenkende des Unterkiefers, mit beiden bewegliche Verbindung eingehend, eingeschoben erscheint, während der andere — Os quadrato-jugale [*q—j*] — das Squamosum mit dem Jochbein verbindet.

Da der Unterkiefer nicht, wie bei den Säugethieren, unmittelbar mit dem Squamosum articulirt, sondern mittelbar, durch das Quadratum, mit demselben in Gelenkverbindung steht, so hatte man früher geglaubt, annehmen zu dürfen, dass diese neuen Skeletstücke des Kopfes der Vögel nur die Folge des Zerfallens des Squamosum der Säugethiere in drei einzelne Glieder seien, welche aber ebensowohl noch einen Tragapparat (Kieferstiel — *Suspensorium*) für das Kiefergerüst abgeben, als das Squamosum der Säugethiere den Träger für den Unterkiefer darstellt. Den Grund für diese bewegliche Gliederung des Kieferträgers glaubte man in der grösseren Lockerung und Beweglichkeit der Verbindung des ganzen Kiefergaumengerüstes der Vögel finden zu dürfen. Zu Gunsten dieser Auffassung konnte die Wahrnehmung gedeutet werden, dass beim jungen Hydrochoërus der Schuppentheil des Schläfenbeins wirklich in ähnliche drei Stücke getrennt sich zeigt und etwas Aehnliches auch beim Wombat gefunden wird. Allein da diese Beobachtung vereinzelt stand und bei andern Säugethieren ebenso wenig als beim Menschen in der früheren Entwicklungsperiode eine solche Trennung in, jenen Knochen, entsprechende Stücke sich nachweisen liess, so glaubte man diese Auffassung als unhaltbar aufgeben und nach einer andern Aufklärung suchen zu müssen. Diese hat man nun auch darin gefunden,

dass man diese Skeletstücke, welche die hintern Glieder einer bei den niedern Wirbelthieren anfänglich einfachen Anlage (Palato-Quadratknorpel) des Kiefergaumengerüstes sind, bei den Säugethieren einer solchen Reduction und Verkümmerung anheim fallen liess, dass sie aus der Gliederreihe, die sie von den niedern Thieren herauf bis zu den Vögeln bilden halfen, austreten und so bei den Säugethieren den Unterkiefer mit dem Squamosum unmittelbar in Gelenkverbindung kommen liessen. Diese Verkümmerung führe aber nur bei dem Quadrato-jugale zum gänzlichen Schwinden des Knochenstückes, während das Quadratum dem Säugethierkopfe, wenn auch zu einem kleinen Knöchelchen umgewandelt, erhalten bleibe, aber einer andern Funktion angepasst worden sei. Das Quadratum wird bei Säugethieren und dem Menschen in das mittlere der drei Gehörknöchelchen, in den Ambos umgewandelt und durch das bei den Säugethieren auftretende und mit dem Squamosum und Petrosum sich verbindende Tympanicum von seinen frühern Nachbarn abgeschieden und in die von letzterem umschlossene Paukenhöhle aufgenommen. Zu Gunsten dieser Darstellung spricht allerdings, dass die erste Anlage des Kiefergerüstes und die Paukenhöhle in soweit wirklich in engerer Beziehung zu einander stehen, dass erstere aus einer Umwandlung der vordersten Kiemenbogen, die letztere aus einer Metamorphose der vordern Kiemenspalte hervorgeht, so dass es wohl verständlich ist, dass Glieder des Kiefergaumenskelets in Bestandtheile der Paukenhöhle sich umwandeln können (siehe das Weitere beim Hörorgan).

Ausser den berührten Eigenthümlichkeiten zeigt der Vogelschädel auch noch manche andere Besonderheiten, die indess mehr oder weniger denen ähnlich sind, deren schon beim Säugethierschädel Erwähnung geschah. So besitzt auch er

a) bei vielen, besonders Wasservögeln starke vorspringende Leisten- und Knochenkämme am Hinterhaupte, welche von der Entwicklung der Muskulatur ebenfalls herrühren;

b) bei manchen Vögeln, z. B. dem Casuar, Nashornvogel u. a. trägt das Stirnbein von Hornbildung bekleidete Knochenvorsprünge, welche an die Bildung ähnlicher Art bei manchen Säugethieren erinnern; auch der Knochenkamm beim Perlhuhn (*Numida*) ist hierher zu zählen;

c) die Scharbe (Cormoran) trägt am Hinterhaupt einen beweglich aufsitzenden, rückwärts gerichteten pyramidalen Fortsatz, welcher zur Befestigung der den Unterkiefer bewegenden Muskeln dient;

d) bei vielen, namentlich Wasservögeln werden im Stirnbein beiderseits längliche Gruben wahrgenommen, welche von den s. g. Supraorbital- oder Nasendrüsen veranlasst sind.

ββ) **Antlitztheil des Kopfes der Vögel.**

Von dem Antlitzgerüste der Säugethiere und des Menschen unterscheidet sich das der Vögel sehr wesentlich darin, dass, während dort der Oberkiefertheil starr und unbeweglich mit dem Schädel verbunden war und nur der Unterkiefer mit letzterem eine bewegliche Verbindung einging, hier der Oberkiefertheil (Oberschnabel) beweglich oder wenigstens biegsam mit dem Cranium verbunden ist, in Folge dessen die Verbindung auch zwischen allen übrigen Gliedern des Kiefergaumengerüstes mehr gelockert wurde. Der Träger des Unterkiefers, der bei den Säugethieren von dem unbeweglich mit dem Schädel verbundenen Squamosum des Schläfenbeins dargestellt wurde, erscheint hier von dem Os quadratum und dem Quadrato-jugale gebildet, welche ihrerseits erst mit dem Squamosum in Verbindung stehen. Das Quadratum articulirt sowohl mit dem Unterkiefer als mit dem Squamosum. Auch die übrigen Glieder des Oberkiefergerüstes zeigen gegenüber dem der Säugethiere manche Verschiedenheiten. So praevaliren besonders die Zwischenkieferbeine (Fig. 485 *im*) über die eigentlichen Oberkieferbeine. An der Bildung des Oberschnabels betheiligen sich vorzüglich die ersteren, während die letztern verkümmert sind (Fig. 486 *ms*). Die schon bei Säugethieren eingeleitete Ablösung der Ala interna des Processus pterygoïdeus hat sich bei den Vögeln so vollständig vollzogen, dass dieselbe nun zu einem völlig selbstständigen Knochen geworden ist,

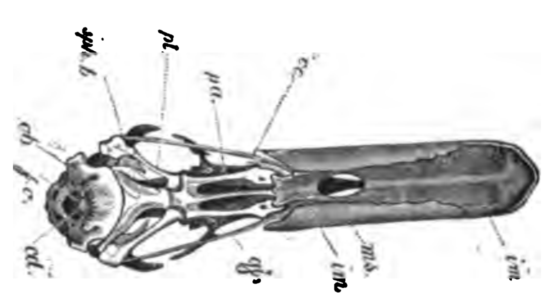


**Fig. 485.** Schädel von der Gans (*Anas anser*) von unten. *ob* Basilartheil des Hinterhauptbeins. *f.o* Foramen occipitale. *cd* Kugeliger Gelenkkopf. *sph.b* Basilartheil des Keilbeins. *pt* Flügelbein (*Os pterygoïdeum*). *pa* Os palatinum. *vo* Vomer. *qj* Os quadrato-jugale. *ms* Os maxillare superius. *im* Zwischenkieferbein, dessen hinteres Ende mit dem der anderen Seite sich verbindet, dadurch die sonst bestehende knöcherne Gaumenspalte in die hintenliegenden Choanae und das vornliegende Foramen incisivum trennt.

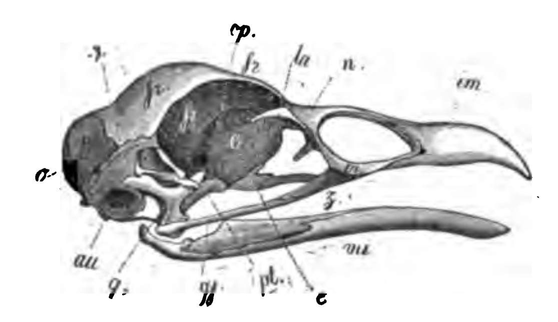


**Fig. 486.** Schädel vom Truthahn (*Meleagris gallopavo*). *o* Os occipitale. *p* Os parietale. *fr* Os frontale. *t* Os squamosum. *au* Rahmen für das Trommelfell. *q* Os quadratum. *qj* Os quadrato-jugale. *e* Os ethmoïdeum. *la* Os lacrymale. *n* Os nasale. *z* Os zygomaticum. *m* Os maxillare superius. *im* Os intermaxillare. *pt* Os pterygoïdeum. *op* Foramen opticum. *mi* Maxilla inferior, der vorderste Theil stellt das Os dentale, der hinterste das Gelenkstück (Os articulare) dar, welches aufwärts die Gelenkfläche für die Verbindung mit dem Quadratum und rückwärts einen Fortsatz trägt, der bei Anas, Urogallus u. a. sehr in die Länge entwikkelt ist.

der ein sehr bewegliches Glied des Gaumenapparates darstellt und das Quadratum, Gaumenbein und Schädelbasis beweglich mit einander verbindet. Von den Nasenbeinen, welche die äussern Nasenöffnungen von hinten begrenzen, kann die Besonderheit bemerkt werden, dass bei vielen Vögeln (Urogallus, Anas u. a.) zwischen ihnen schmale Fortsätze der Zwischenkieferbeine zu dem Stirnbeine hinaufsteigen. Die Thränenbeine neben und nach aussen von dem Nasen- und Stirnbein, am vordern Orbitalrand liegend, zeigen grosse Verschiedenheiten bezüglich ihrer Entwicklung. In der Regel sind sie ansehnlich und richten nach unten einen hakenförmigen Fortsatz. Das Pflugscharbein (*Vomer*) ist oft verkümmert; meistens jedoch ist es ansehnlich entwickelt und stellt eine senkrechte Knochenplatte, zum Theil Knorpelplatte dar, welche als Septum nasi die Nasenhöhle in zwei Seitenhälften scheidet.

Dem Unterkiefer liegt noch ein Knorpel zu Grunde, der von einer Anzahl einzelner Knochenstücke umlagert ist, welche zum Theil aus seiner partiellen Verknöcherung, theils aber aus Ossification der bindegewebigen Umgebung hervorging. So zeigt der Unterkiefer der Vögel eine sehr gegliederte Zusammensetzung und dadurch zugleich eine grosse Biegsamkeit. Allein diese Gliederung besteht nur im Jugendalter; später treten mehr oder weniger Verwachsungen der einzelnen Stücke ein. Der Einzelstücke, in welche der Unterkiefer anfänglich zerlegt werden kann, lassen sich meistens elf nachweisen, von denen eins den vordern Theil des Unterkiefers bildet und unpaar ist (*Os dentale*), die übrigen fünf rückwärts davon liegen und paarig sind. Das hinterste bildet das Gelenk (*Os articulare*) für das Quadratum. Die übrigen (Angulare, Supraangulare, Operculare und Complementare) sind Ergänzungs- und Ausfüllungsstücke. Oft bildet der Unterkiefer, nach hinten von seiner Articulation, einen mehr oder weniger ansehnlichen nach hinten und oben sehenden Fortsatz, der bei Gänsen, Enten, Schwänen und besonders bei Urogallus sehr stark entwickelt ist (Fig. 486). Bei manchen (Urogallus, Raubvögeln, Singvögeln u. a.) besitzt der Unterkiefer etwa in der Mitte jederseits eine mehr oder weniger grosse Lücke, die nur von Knorpel ausgefüllt ist. Mitunter kommt selbst noch eine zweite dahinter vor.

Die Augenhöhlen sind wegen der grossen Augen relativ grösser, als bei den Säugethieren. Sie nähern sich deshalb gegenseitig viel mehr. Die bei Säugethieren nur vereinzelt vorgekommene Trennung der beiden Orbitae durch eine einfache Knochenplatte, das Septum interorbitale, ist hier zur Regel geworden. Ja in Folge einer mehr oder weniger ausgedehnten Durchbrechung des letztern können sie sogar unmittelbar zusammenstossen. Dieses Septum interorbitale wird aber nur vom mittlern Theil des Sieb-

beins gebildet, dessen Seitentheile bei den meisten Vögeln verkümmert sind oder selbst ganz fehlen.

Bisweilen, wie bei den Tagraubvögeln, den Straussen u. a. trägt der obere Augenhöhlenrand zu seiner Vervollständigung noch (1—3) accessorische Knochen (*Ossa supraorbitalia*). Bei andern finden sich solche accessorische Knochen (*Ossa infraorbitalia*), die, über dem Jochbogen liegend, die Augenhöhle von unten umgeben. Bei dem Genus Anas wird der untere Orbitalrand durch ein Band geschlossen, was den Processus zygomaticus des Schläfenbeins mit einem Fortsatze des Thränenbeins verbindet, und beim Schwan wird dieses durch einen Knochen ersetzt.

Die Nasenhöhle wird, wie bei den Säugethieren, durch ein Septum in zwei Seitenhälften geschieden, das nur bei Wasservögeln vorn, hinter den vordern Nasenöffnungen, durchbrochen zu sein pflegt (*Nares perviae*). Die Trennung der knöchernen Nasenhöhle von der darunter liegenden Mundhöhle ist nur eine unvollkommene. Bei vielen Vögeln (Albatros, Urogallus u. a.) besteht in der ganzen Länge des Bodens der Nasenhöhle ein bald engerer, bald sehr weiter Spalt — Gaumenspalt, durch den sie mit der Mundhöhle communicirt (Fig. 484). Bei andern (z. B. Falco buteo u. a.) scheidet sich dieser Spalt durch Verengerung seines mittleren Theils in einen vorderen und hinteren weiten Abschnitt, wovon der erstere das Foramen incisivum, letzterer die hintere, horizontal liegende Nasenöffnung (*Choanae*) darstellt. Bei den Enten, Gänsen und Schwänen schliesst sich dieser mittlere Theil des Spaltes durch die Vereinigung der hintern Enden der Zwischenkieferbeine vollständig, so dass die Choanae von dem Foramen incisivum durch einen dazwischen liegenden kurzen knöchernen Gaumen von einander getrennt werden (Fig. 487). Dadurch, dass die beiden Augenhöhlen sich in dem Maasse einander nähern, dass nur noch eine Knochenplatte das Trennende zwischen beiden ist, wird natürlich die Nasenhöhle gänzlich vom Schädel weggedrängt und nach vorn vor die Orbita gelagert. Daher letzterer an ihrer Bildung nicht mehr denjenigen Antheil nehmen kann, den er bei den Säugethieren nimmt,

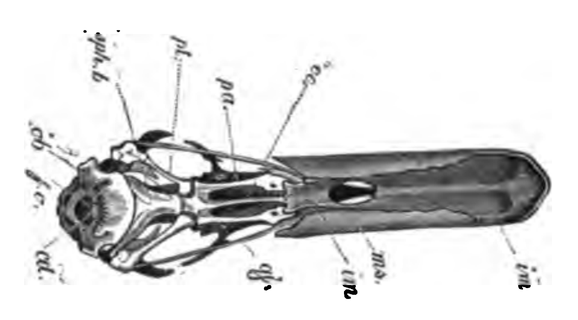



**Fig. 487.** Schädel von der Gans (*Anas anser*) von unten. *ob* Basilartheil des Hinterhauptbeins. *f.o* Foramen occipitale. *cd* Kugeliger Gelenkkopf. *sph.b* Basilartheil des Keilbeins. *pt* Flügelbein (*Os pterygoideum*). *pa* Os palatinum. *vo* Vomer. *qj* Os quadrato-jugale. *ms* Os maxillare superius. *im* Zwischenkieferbein, dessen hinteres Ende mit dem der anderen Seite sich verbindet, dadurch die sonst bestehende knöcherne Gaumenspalte in die hintenliegenden Choanae und das vornliegende Foramen incisivum trennt.

und ebenso umgekehrt das Siebbein von seiner Theilnahme an der Bildung der Schädelhöhle mehr oder weniger verdrängt wird. Die Riechnerven müssen daher, um aus der Schädelhöhle zur Nasenhöhle zu gelangen, ihren Weg entweder durch den obern vordern Theil der Orbita nehmen, oder durch einen in gleicher Richtung verlaufenden Canal dahin gelangen. Nur bei Apteryx findet sich eine wirkliche Lamina cribrosa des Siebbeins vor (Owen), welche sie direct in die Nasenhöhle führt.

### cc) Kopfskelet der Amphibien.

#### *aa*) **Schädel** (*Cranium*).

Bei den beschuppten Amphibien, die bezüglich ihres Schädelbaues vielfach an die Vögel sich anschliessen, ist der Schädel zwar noch nach dem im Allgemeinen schon beleuchteten Plane angelegt und von den typischen Knochen zusammengesetzt. Allein hinsichtlich der Entwicklung der letzteren, deren Zahl und Verbindungen untereinander, zeigt er doch manche Abänderungen, Eigenthümlichkeiten und Reductionen.

So betheiligen sich an der Bildung des Schädels, beziehungsweise der Schädelhöhle, weniger Knochen als bei den höhern Wirbelthieren, da wegen der niedrigern Stufe, auf welcher die Hirnentwicklung dieser Thiere steht, die Schädelhöhle verhältnissmässig kleiner ist. Von den im engern Sinne s. g. Schädelknochen sind es vorzüglich nur das Hinterhauptsbein, die Scheitelbeine, Keilbein und von den Knochen der Schläfengegend das Os petrosum, also etwa sechs Knochen, welche an der Umschliessung der Schädelhöhle unmittelbar Antheil nehmen. Die Stirnbeine nehmen entweder nur einen sehr kleinen oder selbst gar keinen Antheil mehr an der Schädelhöhle, bilden vielmehr das vor dem Schädel liegende Orbital- und Nasalgewölbe (Fig. 488). Bei den Krokodilen, vielen Sauriern (mit Ausnahme von Lacerta, Varanus, Anguis u. a.) und Ophidiern kommt noch die weitere Besonderheit vor, dass die beiden genuinen Stirnbeine zu einem unpaaren Knochen (*Os frontale principale*) zusammenfliessen, während seitlich von diesem noch gleichsam abgelöste Stücke (*Ossa frontalia posteriora* und *anteriora*) liegen, welche die Augenhöhle umgrenzen helfen. Das Siebbein, das schon bei den Vögeln vom Schädel nach dem Antlitztheil weggedrängt und sehr verkümmert sich zeigte, — ist meistens nur knorpelig, wenn es überhaupt vorhanden ist, oder es fällt ganz weg.

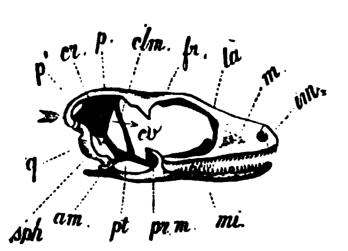



**Fig. 488.** Seitenansicht des Schädels von Platydactylus guttatus. *cr* Cranium. *cv* Vordere, nur häutig verschlossene Lücke, womit die Schädelhöhle in das Orbitalgewölbe ausmündet. *p* Os parietale. *p'* Knochenbrücke, welche vom Scheitelbein zur Seite des Hinterhauptbeins sich spannt. *fr* Os frontale. *sph* Sphenoideum. *q* Os quadratum. *am* Articulatio maxillae. *pt* Os pterygoideum. *clm* Columella.

Aber selbst auch die Knochen, welche die Schädelhöhle noch bilden helfen, nehmen nicht immer mit ihrem ganzen Umfang daran Theil. So wird der Körper des Hinterhauptbeins (*Occipitale basilare*) bei Cheloniern u. a. dadurch von der Theilnahme an der Bildung der Schädelhöhle ausgeschlossen, dass die Occipitalia lateralia mit ihren Basalenden sich über ihm unter sich verbinden. Die Occipitalia lateralia richten einen, meistens ansehnlich entwickelten Fortsatz (Querfortsatz) seitwärts, an den ein zur Schläfengegend gehöriger Knochen (*Mastoïdeum*) vorn sich anlegt, mit welchen beiden nach vorn das Quadrato-jugale, nach aussen und unten das Quadratum unbeweglich verbunden sind. Daher auch der Condylus oss. occipitis, zur Verbindung mit der Wirbelsäule, aus drei Stücken zusammengesetzt erscheint. Ueberhaupt ist es von den Knochen der Schläfengegend, wie schon oben bemerkt wurde, nur das Os petrosum, welches die Schädelhöhle unmittelbar mit bilden hilft (Fig. 489), während die übrigen aus derselben verdrängt sind und nur an der Bildung des Schläfengewölbes Theil nehmen oder Glieder des Kiefer-Gaumengerüstes darstellen. — Unvollkommener, als bei den höheren Wirbelthieren, ist das Keilbein entwickelt. Schon bei den Vögeln zeigte es sich defekt, indem die Orbitalflügel (*Orbitosphenoïdea*) mangelten und der vordere Keilbeinkörper in einen dünnen Stiel nach vorn ausging. Bei den beschuppten Amphibien geht diese Verkümmerung noch weiter, indem hier auch die Temporalflügel (*Alisphenoïdea*) meistens wenig entwickelt sind oder selbst ganz fehlen und nur häutig vertreten werden. Nur die Keilbeinkörper, die aber zu einem ungetheilten Knochen (*Basisphenoïdeum*) verschmolzen sind, finden sich immer vor. Der hintere Abschnitt desselben, dem hintern Keilbeinkörper der höheren Thiere entsprechend, wird an der untern Seite der Schädelbasis von den beiden Ossa pterygoïdea ganz überdeckt (Fig. 489). Nach vorn geht derselbe in einen Knochen- oder Knorpelstiel aus, welcher dem verkümmerten vordern Keilbeinkörper entspricht und, wie bei den Vögeln, das Septum interorbitale und nasale

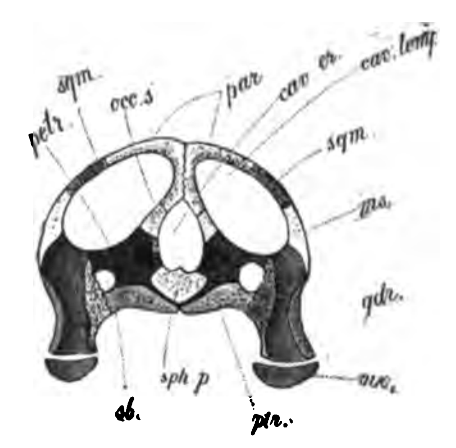



**Fig. 489.** Senkrechter Querschnitt des Schädels von Chelonia midas. *cav cr* Schädelhöhle (*Cavum cranii*). *occ.s* Os occipitale superius. *petr* Os petrosum. *sph.p* Korper des hintern Keilbeins (*Os sphenoïdale posterius*). *par* Scheitelbeine (*Ossa parietalia*). *cav.temp* Schläfenhöhle (*Cavum temporale*). *sqm* Os squamosum. *mst* Os mastoïdeum. *qdr* Os quadratum. *ptr* Os pterygoïdeum. *sb* (sollte *tb* heissen) Tuba Eustachii, aussen vom Os quadratum, unten vom Os pterygoïdeum, oben und innen vom Os petrosum begrenzt. *mx* Gelenktheil des Unterkiefers, mit dem Quadratbein das Kiefergelenk bildend.

trägt. Wo letztere nur knorpelig oder häutig sind, kann dieser stielförmige Rest des vordern Keilbeinkörpers noch mehr verkümmern, oder selbst ganz fehlen (wie bei Lacerta, Iguana, Platydactylus u. a.). Diese Verkümmerung des vordern Theils des Keilbeins und seiner Flügel hat zur Folge, dass der vordere Theil der Schädelhöhle nur einen unvollkommenen Verschluss erhielt, vielmehr mit einer mehr oder weniger weiten, nur häutig oder knorpelig verschlossenen Lücke nach vorn, gegen das Orbitalgewölbe, offen ist, wie man dies namentlich bei den Sauriern und Cheloniern antrifft, während die Schädelhöhle nach vorn geschlossen ist, wo, wie beim Krokodil, die Keilbeinflügel (*Alisphenoïdea*) entwickelt sind. Bei den Sauriern findet sich beiderseits jener weiten Lücke, mit der die Schädelhöhle nach vorn offen blieb, gleichsam zum Ersatze der verkümmerten oder ganz fehlenden Keilbeinflügel, eine dünne Knochensäule (Columella genannt), welche, statt dieser, die Scheitelbeine stützt (Fig. 490 *clm*) und unten auf dem Flügelbein aufruht. Bei den Cheloniern, namentlich den Seeschildkröten und einigen Sauriern, bieten die letzteren Knochen noch die Eigenthümlichkeit dar, dass von ihrem Sagittalrande eine Knochenplatte ausgeht, welche, auswärts sich wölbend, durch Verbindung mit dem Os mastoïdeum und Squamosum ein Knochengewölbe — Schläfengewölbe — bildet (Fig. 491 *cav.temp*), das, wie ein Dach, die Schläfengrube überdeckt und dem Schädel einen sehr viel grösseren Umfang verleiht, als er nach Maassgabe der Grösse der Schädelhöhle haben würde. Bei Fluss- und Landschildkröten ist dieses Schläfengewölbe unvollständiger, und bei den meisten Sauriern nur noch durch eine oft schmale Knochenbrücke angedeutet, welche vom Scheitelbein schräg rückwärts zum Mastoïdeum und zu dem seitwärts stark vorstehenden Querfortsatz des Hinterhauptbeins hinüber sich zieht.

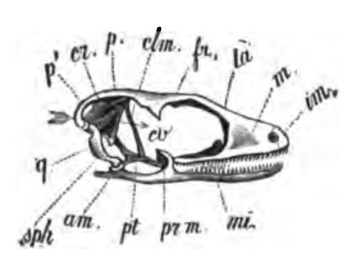



**Fig. 490.** Seitenansicht des Schädels von Platydactylus guttatus. *cr* Cranium. *cv* Vordere, nur häutig verschlossene Lücke, womit die Schädelhöhle in das Orbitalgewölbe ausmündet. *p* Os parietale. *p'* Knochenbrücke, welche vom Scheitelbein zur Seite des Hinterhauptbeins sich spannt. *fr* Os frontale. *sph* Sphenoïdeum. *q* Os quadratum. *am* Articulatio maxillae. *pt* Os pterygoïdeum. *clm* Columella.

Bei den nackten Amphibien ist bezüglich des Scheitelbeines bemerkenswerth, dass von dem knorpeligen Primordialcranium noch ansehnliche Ueberreste auch bei ausgewachsenen Thieren vorgefunden werden. Die Knochen, von denen die kleine Schädelhöhle umschlossen wird und welche theils aus Ossificationen der primordialen Knochenkapsel, theils aus solchen der bindegewebigen Umgebung hervorgehen, — zeigen zum Theil noch weitergehende Reductionen, als bei den beschuppten Amphibien, so dass ihre Theilnahme an der Bildung der Schädelhöhle noch mehr vermindert

sich zeigt. So fallen am Hinterhauptsbezirk das Occipitale basilare und superius ganz aus, so dass der **Hinterhauptsknochen** nur aus den beiden Occipitalia lateralia besteht, wovon ein jedes einen Condylus zur Gelenkverbindung mit der Wirbelsäule trägt. Die **Schädelbasis** wird von einem ansehnlichen Sphenoïdeum basilare gebildet, das aus einem breiteren, mit flügelartigen Seitenfortsätzen versehenen **hintern Abschnitt** — dem hintern Keilbeinkörper entsprechend, — und einem langen schmalen **vordern Theil** — dem vordern Keilbeinkörper entsprechend — besteht. Die **Decke der Schädelhöhle** wird bald von 4 Knochen, den beiden **Scheitelbeinen** und beiden **Stirnbeinen**, bald nur von zwei Knochen (*Oss. parieto-frontalia*) gebildet, in welchem letztern Falle, der bei den Fröschen besteht, die Scheitel- und Stirnbeine mit einander verschmolzen sind. Der vordere Theil der Schädelhöhle wird bald (bei Siredon) von zwei seitlichen Knochenstücken, bald dadurch abgeschlossen, dass diese oben und unten zu einem ringförmigen Knochenstück sich vereinigen — dem von **Cuvier** s. g. **Gürtelbein**, — das, da es den Ethmoïdalbezirk bilden hilft, von Manchen als Ethmoïdeum aufgefasst wurde, während es viel wahrscheinlicher dem Orbitalflügel des Keilbeins (*Orbito-sphenoïdeum*) entspricht und in einem ähnlichen Verhalten derselben bei den Fischen sein Analogon findet. Der vor dem Occipitale liegende **Schläfenbezirk** springt ansehnlich seitlich hervor und verbindet sich weiter auswärts mit dem Quadratum, als dem Träger des Unterkiefers. An der Umschliessung des Labyrinthes betheiligt sich von hinten her indess auch noch das Occipitale laterale. Der das Labyrinth umschliessende Knochenabschnitt entspricht dem **Petroseum**, das bei den Salamandrinen und Perennibranchiaten u. a. mit dem Occipitale laterale zu einem Stück sich verbindet. Was an diesem Bezirk als Squamosum oder Tympanicum oder Mastoïdeum zu deuten sei, darüber sind die Auffassungen der Anatomen sehr verschieden. Ein Mastoïdeum scheint gänzlich zu fehlen.

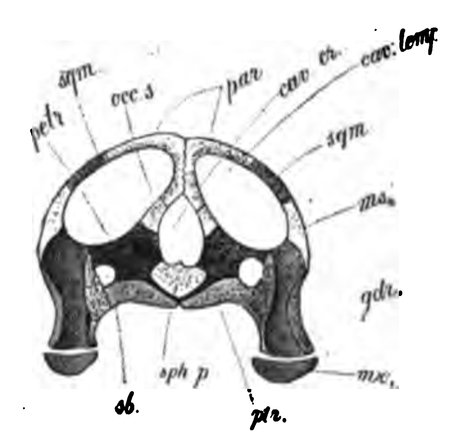



**Fig. 491.** Senkrechter Querschnitt des Schädels von **Chelonia midas**. *cav cr* Schädelhöhle (*Cavum cranii*). *occ.s* Os occipitale superius. *petr* Os petrosum. *sph.p* Korper des hintern Keilbeins (*Os sphenoïdale posterius*). *par* Scheitelbeine (*Ossa parietalia*). *cav.temp* Schläfenhöhle (*Cavum temporale*). *sqm* Os squamosum. *mst* Os mastoïdeum. *qdr* Os quadratum. *ptr* Os pterygoïdeum. *sb* (sollte *tb* heissen) Tuba Eustachii, aussen vom Os quadratum, unten vom Os pterygoïdeum, oben und innen vom Os petrosum begrenzt. *mx* Gelenktheil des Unterkiefers, mit dem Quadratbein das Kiefergelenk bildend.

ββ) **Antlitztheil des Kopfskelets der Amphibien.**

Während bei den Vögeln in Folge der höheren Ausbildung des Gehirns der Schädel derselben eine ansehnliche Grösse und ein gewisses Uebergewicht über den Antlitztheil behauptete, findet man bei den Amphibien gerade das Umgekehrte vor. Bei der Kleinheit des Gehirns hat die Schädelhöhle und damit auch der Schädel nur eine geringe extensive Ausbildung erlangt, während hingegen der Antlitztheil einer um so grössern Entfaltung und Ausbildung sich erfreuen durfte, in Folge dessen er sehr über jenen prävalirte und selbst ihn theilweise verdeckte.

Die lockere, zum Theil sehr bewegliche Verbindung der Knochen des Antlitzgerüstes der Vögel hat sich bei den Amphibien theilweise oder ganz verloren. Bei den meisten beschuppten, wie auch bei den nackten Amphibien ist das Oberkiefergerüst unbeweglich, wie bei den Säugethieren, mit dem Schädel verbunden. Aber ungeachtet dessen hat der Tragapparat des Unterkiefers, d. i. der Kieferstiel, seine Trennung in die typischen Stücke, — Quadratum und Quadrato-jugale, — wie sie bei den Vögeln sich vorfanden, keineswegs aufgegeben, sondern nur ihre bewegliche Verbindung mit Oberkiefergerüst und Schädel eingebüsst. Nur bei den Ophidiern (Fig. 492) ist die Verbindung ähnlich, wie bei den Vögeln, locker und beweglich. Das Quadratum articulirt mit dem dasselbe tragenden Squamosum.

Das Quadratbein ist meistens lang und nach hinten und aussen gerichtet, wodurch das Kiefergelenk auch weiter rückwärts als sonst verlegt wurde (Fig. 492 *quadr.*) und desshalb auch das Maul der Amphibien überhaupt, besonders aber das der Ophidier, Krokodile u. a. tiefer eingespalten und erweitert wurde. Bei den letzteren ist auch die Knochenkette, welche vom Quadratum nach vorn durch das Os pterygoïdeum und palatinum gebildet wird, mehr gelockert und beweglich mit dem Schädel verbunden. Das Verhältniss des Antheils an der Bildung des Oberkiefergerüstes, welches bei den Vögeln vorlag, hat sich bei den beschuppten Amphibien dahin verändert, dass die Zwischenkieferbeine (491 *im*) nicht mehr so sehr über die Oberkieferbeine prävaliren, wie dort; ja bei den Schlangen (Fig. 492) sind sie selbst rudimentär geworden. Nur bei einigen

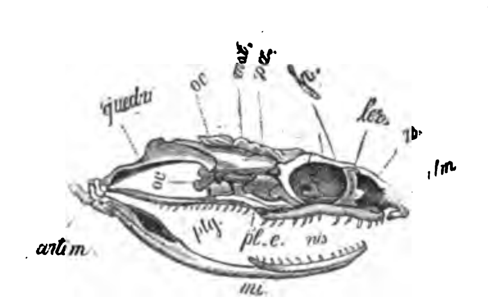



**Fig. 492.** Schädel einer nicht giftigen Schlange, von der Seite angesehen. *oc* Hinterhauptsbein (*Os occipitale*). *pa* Os parietale. *fr* Os frontale. *mst* Os squamosum. *ptg* Os pterygoïdeum internum. *pl.e* (sollte *ptg.e* sein) Os pterygoïdeum externum. *quedr* (sollte *quadrat* sein) Os quadratum. *nis* (sollte *ms* sein) Os maxillare superius. *ilm* Os intermaxillare. *n* Os nasale. *lcr* (sollte *lacr* sein) Os lacrymale. *mi* Unterkiefer (*Maxilla inferior*). *artim* (sollte *art.m* sein) Unterkiefergelenk (*Articulatio maxillae*).

nackten Amphibien, wie bei Siren, sind die Oberkieferbeine verkümmert und bei Proteus fehlen sie selbst ganz.

Ausser den typischen Knochen des Oberkiefergerüstes, zu denen bei Sauriern und Krokodilen auch die Thränenbeine gehören, gibt es noch accessorische, deren Deutung nicht immer sicher steht. So liegen vor den Stirnbeinen und beiderseits der Nasenbeine Knochen, welche die Orbita von vorn und die Nasenhöhlen von oben und hinten bilden helfen. Sie heissen Praefrontalia, werden aber auch als Ethmoïdalia lateralia betrachtet. Zur Umschliessung der Orbita von hinten trägt ein, hinten am Hauptstirnbein und Scheitelbein sitzender Knochen noch bei, den man Postfrontale bezeichnet. So liegt ferner bei Sauriern, Krokodilen und Schlangen, nach aussen vom Pterygoïdeum, ein längliches Knochenstück, welches jenes mit dem Oberkieferbein verbindet und Pterygoïdeum externum oder auch Os transversum genannt wird.

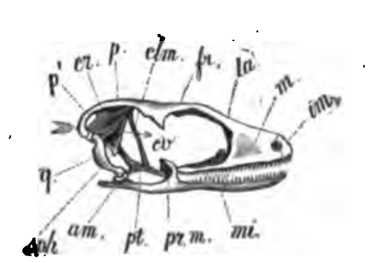



Fig. 493. Seitenansicht des Schädels von Platydactylus guttatus. *cr* Cranium. *cv* Vordere, nur häutig verschlossene Lücke, womit die Schädelhöhle in das Orbitalgewölbe ausmündet. *p* Os parietale. *p'* Knochenbrücke, welche vom Scheitelbein zur Seite des Hinterhauptbeins sich spannt. *fr* Os frontale. *sph* Sphenoïdeum. *q* Os quadratum. *am* Articulatio maxillae. *pt* Os pterygoïdeum. *clm* Columella.

Der Unterkiefer besteht aus einem Knorpel, der, wie bei den Vögeln, von mehreren Knochenstücken umgeben wird, die theils aus Ossificationen des Knorpels selbst, theils aus solchen seiner bindegewebigen Umgebung hervorgingen. Es sind dieselben, welche schon bei den Vögeln namhaft gemacht wurden. Es finden sich indess nicht immer alle zugleich vor. So haben die Giftschlangen nur drei oder höchstens vier, während die übrigen Ophidier meistens fünf besitzen, und bei den Sauriern und Krokodilen steigt ihre Zahl auf sechs jeder Seite, also im Ganzen auf 12. Es würde diese Zahl auch für die Chelonier gültig sein, wenn nicht bei den meisten, ähnlich, wie bei den Vögeln, die beiden Dentalia zu einem unpaaren Stücke verwüchsen und sonach die Gesammtzahl auf elf reducirt wird.

Wenn alle den Unterkiefer zusammensetzenden Stücke vorhanden sind, wie bei den Krokodilen, Sauriern und Schildkröten, sind diese die nachfolgenden: 1) das Zahnstück (*Os dentale*), welches den vordersten Theil des Unterkiefers bildet und (mit Ausnahme der Chelonier) die Zähne trägt; 2) das Gelenkstück (*Os articulare*), welches meistens allein das Gelenk für das Quadratum trägt; 3) das Kieferwinkelstück (*Os angulare*); 4) das äussere Deckstück (*Os supraangulare*), über dem vorhergehenden liegend, den hintern Theil der Aussenseite des Unterkiefers vervollständigend und an der Bildung des Kiefergelenkes bisweilen Theil nehmend;

5) das innere **Deckstück** (*Os operculare*), welches die innere Wand des Unterkiefers bilden hilft und vorn an das Dentale angrenzt; 6) das **Kronenstück** (*Os coronoïdeum s. complementare*) nimmt die höchste Stelle am Unterkiefer in seiner Mitte ein und entspricht dem Processus coronoïdeus des letzteren. Letztes Stück ist am meisten entwickelt bei den Sauriern (Fig. 490) und Cheloniern, verkümmert dagegen bei den Krokodilen. Bei diesen (und einigen Sauriern) trägt das hintere Ende des Unterkiefers noch einen nach hinten gerichteten Fortsatz (Fig. 490), der an einen entsprechenden, wie bei manchen Vögeln (Urogallus, Cygnus, Anas u. a.) erinnert. Ueberhaupt finden sich bei den Krokodilen auch noch einige andere Vogelähnlichkeiten am Unterkiefer vor. So das Durchbrochensein des hintern Theils desselben von einer ansehnlichen knochenfreien Lücke, wie solches auch bei manchen Vögeln (Urogallus u. a.) schon angetroffen wurde. Besonders auffallend aber ist die Pneumaticität des Os articulare, zu dessen grossen Luftzellen ein hinter der Gelenkfläche liegendes Luftloch führt, das durch einen häutigen Canal mit einer an der Hinterseite des Os tympanicum (Quadratum) liegenden entsprechenden Oeffnung verbunden ist, so dass die Luftzellen des Articulare mit den Luftzellen der Schädelknochen communiciren (Stannius).

Wo die beiden Hälften des Unterkiefers vorn nicht verwachsen sind, wie bei den Cheloniern, werden sie durch Naht oder Symphyse mit einander unbeweglich (Fig. 492) verbunden. — Nur bei den Schlangen, namentlich den weitmauligen, sind sie durch dehnbare Bandmassen so lose und so beweglich mit einander vereinigt, dass sie sehr weit vor- und rückwärts an einer verschoben werden können, was das Verschlingen ihrer oft sehr voluminösen Beute sehr erleichtert. Bei den **nackten Amphibien** persistirt der **primitive** Unterkieferknorpel oft in viel ausgedehnterem Grade, als bei beschuppten Amphibien, und bildet immer die Grundlage des **Articulare** zur Verbindung des **Unterkiefers** mit dem Quadratum (dem Kiefersuspensorium). Die ihn mehr oder weniger umlagernden Deckstücke sind weniger ausgebildet, als bei den beschuppten Amphibien; manche von denselben fehlen. Oft sind nur ein Dentale und Operculare vorhanden. — Bei den Coëcilien ist der Unterkiefer jedoch solide und jede seiner beiden, durch Naht vorn vereinigten Seitenhälften besteht nur aus zwei Stücken, einem hinteren, welches die Stelle des Articulare und Angulare vertritt, und einem vorderen, welches das Dentale darstellt.

### dd) Kopfskelet der Fische.

Das Kopfskelet der Fische zeigt sowohl hinsichtlich seiner Form als auch bezüglich der Zahl seiner Glieder, die es zusammensetzen, die grösste Mannichfaltigkeit. Einzelne, sonst einfachere Stücke erleiden mitunter eine

grössere Zersplitterung, während andere mehr oder weniger Reductionen erfahren oder selbst ganz ausfallen. Dadurch wird das Verständniss des Baues des Kopfskelets und die Vergleichung seiner einzelnen Stücke mit denen des Kopfskeletes der höheren Wirbelthiere sehr erschwert, was noch dadurch vermehrt wird, dass eine Anzahl von Knochen noch in seine Zusammensetzung eingreifen, welche theils aus Ossificationen der äussern Bedeckungen stammen, theils den Fischen eigenthümliche Skeletstücke, die den höheren Thieren fehlen, darstellen. Allein, ungeachtet alles dessen, ist doch der gemeinsame Plan, der dem Kopfskelete aller Wirbelthiere zu Grunde liegt, auch hier nicht zu verkennen, wenn auch weitgehende Abänderungen ihn mehr oder weniger verdecken oder verwischen.

αα) **Schädel** (*Cranium*).

Bei den Knochenfischen betheiligen sich an dem Aufbau des Schädels ähnliche Knochen mit ähnlichen Lagerungsverhältnissen, als wie bei den höheren Thieren. Auch lassen sich hier wirbelähnliche Ringbezirke wie bei den übrigen Wirbelthieren unterscheiden, wenn auch nur der hinterste den Wirbeln des Rückgrates am vollkommensten gleicht, die beiden andern, nach vorn nachfolgenden aber ihren Wirbelcharakter mehr oder weniger verwischt haben.

Bei den meisten Knochenfischen finden sich mehr oder weniger Reste des knorpeligen Primordialcranium vor, die bald am Schädeldache, bald am Ethmoïdalbezirk in grösserer Ausdehnung, bald zwischen einzelnen Knochen in der Form von knorpeligen Lamellen oder Streifen fortbestehen. Die Knochen des Schädels bilden sich theils aus Ossificationen des primordialen Knorpelcranium hervor, theils aus solchen, welche von dem äussern Perichondrium oder, wo der Knorpel defekt ist und nur häutig vertreten wird, aus solchen, welche in diesem entstanden sind. Im ersteren Falle verdrängen sie nach Maassgabe ihrer Entwicklung die knorpelige Anlage, im andern aber legen sie sich von aussen dem Primordialcranium an und lassen den betreffenden Theil des letztern an ihrer Innenfläche mehr oder weniger fortbestehen.

Nach den drei Schädelwirbeln können wir auch hier drei gürtelförmige Schädelbezirke oder Segmente unterscheiden, einen hintern, mittlern und vordern. Der hintere oder Occipitalbezirk wird von vier Ossa occipitalia: 1 Basilare, 2 Lateralia und 1 Superius zusammengesetzt. Das Basilare stellt einen Wirbelkörper, der auch vollkommen mit den Wirbelkörpern des angrenzenden Rückgrates übereinstimmt, dar, während die übrigen den Wirbelbogen bilden. Die Verbindung mit der Wirbelsäule erfolgt auch auf dieselbe Weise, wie die Verbindung der Wirbelkörper des Rückgrates untereinander.

Neben dem Occipitale laterale und superius ist noch ein Knochenstück eingefügt, das man Occipitale externum bezeichnet. Es richtet nach hinten einen verschieden starken Fortsatz hervor, an welchem einer der obern Zacken des Schultergürtels angeheftet ist. Da Theile des Ohrlabyrinthes von ihm mit umschlossen werden, wird er als zu den Knochen der Ohrgegend gehörig betrachtet und von Haxley Epioticum genannt.

Dem Occipitalwirbel folgen nach vorn der mittlere und vordere Wirbelbezirk, welchen an der Basis des Schädels das Sphenoïdeum basilare und seitlich die hinteren (*Alae temporales s. Alisphenoïdea*) und die vorderen Keilbeinflügel (*Alae orbitales s. Orbitosphenoïdea*) zu Grunde liegen.

Während der Occipitalbezirk den Wirbelcharakter in einer so entschiedenen Weise zu Tage treten liess, verwischt sich derselbe bei dem mittlern und vordern Wirbelbezirk durch Verkümmerung und Rückbildung einzelner seiner Theile in sehr bedeutendem Grade, so dass es schwer fällt, ihn noch zu erkennen. Die Körper dieser Wirbel erfahren eine so ansehnliche Verkümmerung, dass der des vordern meistens ganz in Wegfall kommt, und der des mittlern Wirbels zwar nicht auch diesem Schicksal anheim fällt, aber doch zu einem verhältnissmässig unansehnlichen Knochen — Sphenoïdeum basilare s. Basisphenoïdeum — herabsinkt, der kaum noch sich eignet, die Bogentheile dieses Wirbels (*Alae temporales*) zu tragen. Daher die letzteren, um dem untern Schlusse dieses Wirbelbezirkes mehr Festigkeit zu verleihen, häufig über ihm von beiden Seiten zusammenstossen und mit einander zu einem unten geschlossenen Bogen verwachsen, dadurch ihn aber auch von der Schädelhöhle ausschliessen. Bei dem vordern Schädelwirbel, dessen Körperstück ganz zu fehlen pflegt, ist die Verschmelzung der untern Enden der, seine Bogentheile darstellenden Orbitalflügel sogar der gewöhnliche Fall. Ja, die beiderseitigen Petrosa, die mit dem Wirbelbau nichts gemein haben, können beigezogen werden, durch Verbindung ihrer Enden mit einander die Stärke des Bodens der Schädelhöhle wieder zu erhöhen, welche durch die Verkümmerung des Sphenoïdeum basilare so sehr beeinträchtigt wurde. Der Verkümmerung der Körpertheile der beiden vordern Wirbelbezirke schliesst sich bisweilen auch eine solche selbst der Temporal- oder Orbitalflügel insoweit noch an, als diese in einzelnen Fällen mehr oder weniger Defekte zeigen und diese häutig ergänzt werden.

Diese Rückbildung des mittlern und vordern Wirbelbezirkes hat indess nicht so viel Auffälliges, als anfänglich es scheinen will, wenn man erwägt, dass die Schädelhöhle, wegen des auf so niedriger Stufe der Ausbildung stehenden Gehirns, nur einer sehr geringen Grösse bedurfte und diese nicht einmal ganz von dem Gehirn in Anspruch genommen wird. Uebrigens vollzogen sich ähnliche Reductionen auch schon an dem Schädel der Amphibien und nicht

bloss an den beiden vordern, sondern selbst auch im hintern Wirbelbezirke, wie die Verdrängung des Occipitale basilare aus der Schädelhöhle bei Cheloniern und der gänzliche Wegfall des Occipitale basilare und superius beim Frosch u. a. Beispiele abgeben.

Diese so weitgehende Rückbildung der, den vordern Theil der Basis cranii bildenden Knochentheile hat natürlich eine nicht geringe Schwächung jener zu Folge, was namentlich die Stütze, welche die Basis cranii nach unten und vorn dem Antlitzgerüste zu gewähren hat, sehr beeinträchtigen und beschränken musste. Daher nach dieser Seite hin eine Ergänzung Statt haben musste, welche dadurch geboten wurde, dass ein starker langer Deckknochen sich entwickelte, der wie ein Tragbalken unter die Basis cranii sich legt, hinten mit dem Occipitale basilare fest verbunden ist und nach vorn, bis zur Schnauze sich verlängernd, ebenso mit dem Vomer fest sich vereinigt. Man bezeichnet diesen Knochen, da er das Sphenoïdeum basilare von unten deckt und es ergänzt, Parasphenoïdeum. Dadurch wurde dem Oberkiefer-Gaumengerüste die Stütze wieder zurückgegeben, welche es an der verkümmerten Basis cranii eingebüsst hatte.

Wie an der Basis cranii, so macht sich auch am Schädeldache insoweit gleichfalls eine Rückbildung bemerklich, als die obern Schlusstheile der beiden vordern Wirbelbezirke in ihrer Anlage ebenfalls verkümmerten und nur durch das Beiziehen von Knochen, welche zum Theil in der aussen aufliegenden äusseren Bedeckung entstanden, dieser Defekt gedeckt und der knöcherne Schluss des Schädelgewölbes hergestellt werden konnte. Diese das Schädeldach deckenden Knochen sind die, unmittelbar vor dem Occipitalbezirk liegenden beiden Scheitelbeine (*Ossa parietalia*) und die vor diesen folgenden Stirnbeine (*Ossa frontalia*), (Fig. 494), welche bisweilen auch durch ein Stück (*Os frontale principale*) vertreten sein können, je-

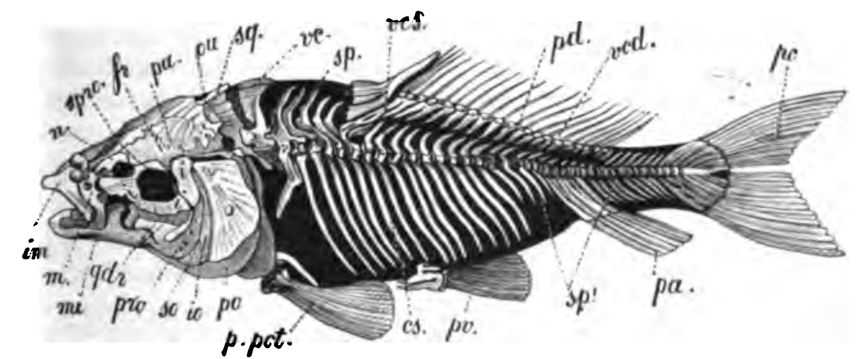



**Fig. 494.** Skelet von Cyprinus Carpio. Kopf. *o* Os occipitis. *pa* Os parietale. *fr* Os frontale. *n* Os nasale. *m* Os maxillare superius. *mi* Os maxillare inferius. *im* Os intermaxillare. *qdr* Os quadratum. *spro* Ossa supraorbitalia. *i* Ossa infraorbitalia. *sq* Os squamosum. *o* Operculum. *pro* Praeoperculum. *io* Interoperculum. *so* Suboperculum, oft mit dem vorhergehenden zu einem Stück verschmolzen. *po* Postoperculum. Rumpf. *vc* Die zwei ersten verschmolzenen Wirbel. *vcs* Rippentragende Wirbel. *vcd* Caudalwirbel. *sp* Process. spinosi und obere Wirbelbogen. *sp'* Untere Wirbelbogen und Process. spinosi inf. — Gliedmassen. *p.pct* Brustflossen (*Pinnae pectorales*). *pv* Bauchflossen (*Pinnae ventrales*). *pc* Schwanzflosse (*Pinna caudalis*). *pd* Rückenflosse (*Pinna dorsalis*). *pa* Afterflosse (*Pinna analis*).

doch in der Regel paarig sind. Seitlich hinten und seitlich vorn schliessen sich meistens Ossa frontalia posteriora und anteriora noch an.

Ausser diesen, zum Wirbelbau des Schädels in näherer Beziehung stehenden Knochen nehmen an der Bildung des Schädels auch noch solche Antheil, welche als Schädelknochen erscheinen und mehr oder weniger in stützender und schützender Beziehung zum Gehör- und Riechorgan stehen. Die ersteren stellen die Knochenstücke dar, welche das Schläfenbein der höheren Thiere vertreten sollen, während die andern dem Ethmoïdeum verglichen werden.

Die Knochenstücke der Schläfengegend zeigen indess bezüglich ihrer Zahl, Ausbildung und Beziehung zu dem von ihnen zu umschliessenden Ohrlabyrinth sehr grosse Verschiedenheiten, so dass ihre Vergleichung mit Knochen der Schläfenregion der höheren Thiere sehr schwierig und unsicher ist. Daher auch die Verschiedenheiten sich erklären lassen, welche bezüglich ihrer Deutung bestehen. Aehnliches gilt auch hinsichtlich der Knochen des Ethmoïdalbezirkes.

Von den Knochen der Schläfengegend ist das Petrosum (Prooticum Haxley) das beständigste, das einen Theil des Labyrinths umschliesst und zwischen dem Occipitalwirbel und den Keilbeinflügeln seine Lage hat. Unten können sie von beiden Seiten, über dem Sphenoïdeum basilare, untereinander zusammenstossen und dadurch einen Canal — Augenmuskel-Canal — bilden helfen, in dem die hintern Enden einiger Augenmuskeln liegen. Ausserdem wird als zur Ohrgegend gehörig, nebst dem oben schon erwähnten Epioticum (s. Occipitale ext.) noch ein Opisthoticum (s. Intercalare), sowie auch ein Squamosum (s. Mastoïdeum) unterschieden. Das Opisthoticum, von sehr veränderlicher Ausbildung, liegt vor dem Occipitale laterale, während das Squamosum über jenem seine Lage nimmt, den Canalis semicircularis externus umschliessen hilft und einen starken pyramidalen Fortsatz nach hinten und aussen richtet (daher auch als Mastoïdeum von Cuvier, Meckel u. A. gedeutet wurde), woran einige der obern Zacken des Schultergürtels befestigt sind.

Der Ethmoïdalbezirk lässt ein Mittelstück (*Ethmoïdeum medium*) und zwei Seitenstücke (*Ethmoïd. lateralia*) unterscheiden, letztere (Cuvier's Frontalia anteriora) die Unterlage der Nasenkapseln bildend. Diese Skeletstücke zeigen grosse Mannigfaltigkeit in der Ausbildung, oft theilweise oder ganz knorpelig, sind sie vom Schädel nach vorn verdrängt, so dass sie selbst vor die Augenhöhlen zu liegen kommen, an deren Trennung sie desshalb keinen Theil mehr haben.

An die Verschiebung der Lage der Kopfknochen, in Folge veränderter Lage und Stellung der Nasenhöhle bei den Cetaceen, erinnert eine ähnliche Verschiebung und assymmetrische Lagerung der Kopfknochen bei den

Schollen *(Pleuronectes)*, in Folge der Lageveränderung des einen Auges auf die andere Seite, wodurch beide Augen auf dieser, beim Schwimmen aufwärts sehenden Seite stehen.

An dem Schädel der Ganoïden (Störe) treten die knöchernen Elemente mehr oder weniger zurück und wird die Schädelhöhle von dem das ganze Leben hindurch sich erhaltenden knorpeligen Primordialcranium umschlossen. An der Basalseite und auf dem Schädeldache ist der Knorpelschädel noch von Knochen überdeckt. Ersterer stellt das Parasphenoïdeum der Knochenfische dar, welches ein Deckknochen ist. Die Knochenplatten auf dem Schädelgewölbe sind Ossificationen der äussern Bedeckungen, wodurch das unterliegende knorpelige Schädeldach verstärkt werden sollte. Da diese Hautknochen grosse Aehnlichkeit mit den Knochen des Schädelgewölbes der Knochenfische haben, so leitet man daraus den Beweis ab, dass letztere ebenfalls aus den Bedeckungen stammende Knochen des Schädelgerüstes seien.

Bei den Selachiern, Chimaeren und Cyclostomen sind endlich die knöchernen Bestandtheile des Schädels geschwunden, und stellt derselbe eine ungegliederte Knorpelkapsel dar, in deren Basis (mit Ausnahme der Chimaeren und Rochen) die Chorda sich fortsetzt. Bei den Plagiostomen ist indess die Kapsel oben offen und nur häutig verschlossen. An ihrer Aussenseite trägt sie Gruben zur Aufnahme des Seh- und Riechorgans — Augen- und Riechgruben — (Fig. 495 *o ol*) und nach vorn

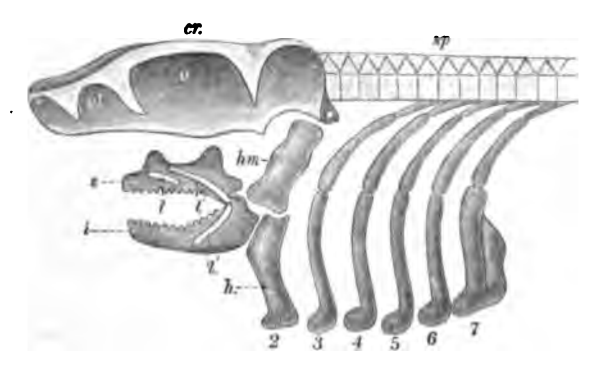



**Fig. 495.** Kopfskelet und Kiemengerüst von Acanthias vulgaris (etwas schematisch gehalten). *cr* Knorpelige Schädelkapsel. *o* Augengrube. *ol* Nasengrube. *sp* Rückgrat. *s* Oberkiefer. *i* Unterkiefer. *l l'* Lippenknorpel. *hm* Oberer Theil des Zungenbeinbogens — Hyomandibulare. *h* Unterer Theil desselben, das Zungenbein. *2—7* Knorpelbogen des Kiemengerüstes.

verlängert sie sich mehr oder weniger schnauzenartig. Wo eine solche Verlängerung eine ansehnliche Grösse erreicht und mit Zähnen besetzt wird, wie beim Sägefisch (Fig. 496), kann sie zur Waffe selbst werden. Wirkliche Knochenbildungen kommen am Schädel der Selachier nirgends mehr vor. Wo einzelne Abschnitte des Knorpelschädels das Aussehen von

Knochen annehmen, wird dieses nur durch Verkalkung der oberflächlichen Schichte des Knorpels veranlasst.

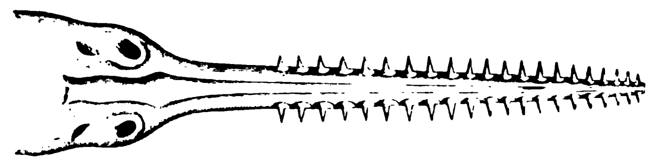


Fig. 496. Die schwertförmig verlängerte Schnauze des Sägefisches mit den beiderseits stehenden Zähnen.

Bei den **Cyclostomen** findet sich, zur Aufnahme des allerdings niedrigst entwickelten Gehirns, eine kleine, knorpelige **Schädelkapsel** (Fig. 497 *cr*) als blasige Erweiterung des Rückgratcanals noch vor, in deren knorpelige, bisweilen noch harte Basis die Chorda eine kurze Strecke weit

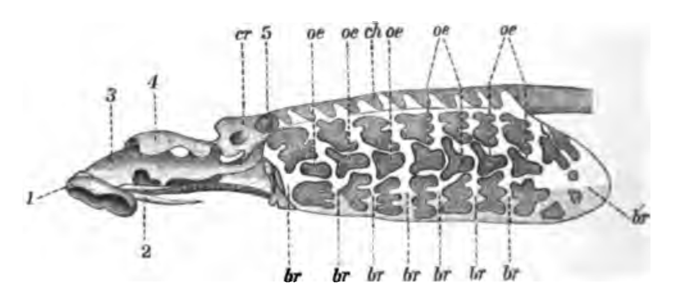



Fig. 497. Kopf und Kiemengerüst von Petromyzon fluviat. (nach R. Wagner). *cr* Knorpelhäutiges Cranium. *1* Knorpeliger Lippenring. *2* Anhang desselben. *3* und *4* Vordere und hintere Deckplatte des Mund- *5* Gehörkapsel. *ch* Chorda dorsalis mit den Rudimenten von Bogenstücken der Wirbel. *br* Einzelne verästelte Bogen des Kiemenbogenkorbes, die sowohl am dorsalen Ende, mit dem sie am Rückgrat angeheftet sind, als auch am ventralen Ende und in der Mitte zwischen beiden letzteren mit einander in Verbindung stehen; an letzterer Stelle umgeben die doppelten Verbindungsstäbe Lücken (*oe*), welche die äusseren Kiemenöffnungen stützend umgeben. *br'* Geschlossenes hinteres Ende des Kiemenbogenkorbes.

hinein sich fortsetzt. Zu jeder Seite des Basilarknorpels liegt eine auswärts gerichtete blasenförmige derbe Kapsel (Fig. 497 *5*) — die **Ohrkapsel** —, welche das Gehörorgan einschliesst. Vorwärts davon gehen von dem harten Basilartheile noch zwei Fortsätze nach vorn ab, welche einen vordern häutigen Theil der Schädelbasis umgreifen. Vor der vordern häutigen Wand der Schädelkapsel liegt die Nasenkapsel, welche indess bezüglich ihrer Gestalt viele Verschiedenheit darbietet. Unterhalb dieser folgen die Schnauz- und Lippenknorpel. Bei Petromyzon liegt nahe unter und vor der Nasenkapsel und vor dem harten Gaumen eine ansehnliche Deckplatte (Fig. 497 *4*), unter welcher, dachziegelförmig davon überdeckt, eine zweite (Fig. 497 *3*) liegt, die weiter nach vorn vorspringt und hinten jederseits mit dem Gaumenbogen durch einen eigenen Knorpel in Verbindung steht. Am weitesten nach vorn, die Mundöffnung umgebend, schliesst sich ein ringförmiger Lippen- oder Mundknorpel (Fig. 497 *1*) an, mit einem nach hinten abgehenden griffelförmigen Anhang (Fig. 497 *2*). Kieferbil-

dungen fehlen indessen vollständig, obschon diese den Saugmund umgebenden Skeletstücke wohl nur umgewandelte Ueberbleibsel davon sind.

Bei Amphioxus fehlt jede Spur eines Schädels. Sowie das vordere Ende des Rückenmarkes hier noch nicht als Hirn sich entwickelte, so erfuhr auch das vordere Ende des Rückgratcanals noch keine Erweiterung zu einer Schädelkapsel.

ββ) Antlitztheil des Kopfskelets bei den Fischen.

Bei den Knochenfischen lässt sich ein grosser Theil der Knochen, aus dem er zusammengesetzt wird, ohne grossen Zwang auf diejenigen zurückführen, welche das Antlitzgerüst der vorausgehenden höheren Thierklassen bildeten. Es lässt nämlich auch einen Oberkiefer-Gaumenapparat, einen Unterkiefer- und einen Tragapparat unterscheiden, wodurch letzterer mit der Schläfengegend des Schädels verbunden wird. An der Zusammensetzung des ersteren betheiligen sich die paarigen Zwischenkiefer- und Oberkieferbeine, die Flügel- und Gaumenbeine, Pflugscharbein und die Nasenbeine, und ausserdem greifen auch noch Schädelknochen (Keilbein, Siebbein und Stirnbein) mehr oder weniger tief in seinen Aufbau ein (Fig. 494).

Die Stirnbeine überlagern das Orbitalgewölbe, das meistens nur ein knorpelhäutiges Septum interorbitale besitzt. Der mittlere Theil der Mundhöhlendecke wird von dem balkenartig nach vorn sich verlängernden Parasphenoïdeum gebildet, mit welchem vorn der Vomer, der über sich das Ethmoïdeum hat, zusammenstösst. Seitlich liegt der Knochenzug, welcher von dem Flügel- (*Os pterygoïdeum*) und Gaumenbein (*Os palatinum*) jederseits zusammengesetzt wird und den vordern Theil des Oberkiefergerüstes mit dem Schädel mehr oder weniger beweglich verbindet. Die Oberkieferbeine (*Ossa maxillaria superiora*) und die Zwischenkieferbeine (*Ossa intermaxillaria*) begrenzen den Eingang zur Mundhöhle von oben, zeigen aber in Bezug auf Ausbildung und Verbindungsweise sehr grosse Verschiedenheiten, so dass der eine über den andern mehr oder weniger ein Uebergewicht erhält, oder auch umgekehrt von ihm an Ausdehnung und Bedeutsamkeit überholt wird. Bei Fischen, welche eine Art Schnabel besitzen (Belone u. a.), wird dieser, ähnlich wie bei Vögeln, von dem stark verlängerten Zwischenkiefer gebildet. Das Gleiche gilt auch von dem s. g. Schwert bei Xiphias.

Das Kiefersuspensorium erstreckt sich von der Schläfengegend des Schädels, mit welcher es meistens beweglich verbunden ist, in einem mehr oder weniger weiten Bogen bis zu dem Unterkiefer. Mit letzterem geht es eine Gelenkverbindung ein, steht aber auch mit den Knochen des Gaumenapparates im Zusammenhang. Seine wesentlichsten Stücke sind: 1) das

Hyomandibulare (Temporale Cuvier; Quadratum Bojanus, Hallmann), das die Verbindung mit dem Schädel bewirkt; 2) das Symplecticum Cuvier, das eine stabförmige, etwas einwärts gelegene untere Verlängerung des vorigen darstellt; 3) das Quadratum (Quadrato-jugale, Hallmann; Jugale, Cuvier), welches das Unterkiefergelenk trägt; 4) das Metapterygoïdeum (s. Tympanicum, Cuvier), das eine Verbindung vermittelt zwischen Hyomandibulare, Quadratum und Pterygoïdeum, welches letztere selbst wieder in ein Ectopterygoïdeum (Os transversum, Cuvier) und Endopterygoïdeum zerfällt. Die Pterygoïdstücke verknüpfen die Gaumenbeine mit dem Kieferträger.

Der Unterkiefer besteht zum grössten Theile noch aus der primitiven Knorpelanlage, deren Fortbestand den s. g. Meckel'schen Knorpel darstellt. Jede Seitenhälfte des Unterkiefers besteht aus mindestens zwei Knochenstücken, von denen das eine hintere aus dem Gelenktheil des Knorpels sich bildet und das Articulare darstellt, das mit dem Quadratum die Gelenkverbindung vermittelt, das andere dagegen, den vordern Theil einnehmend, ein dünnes Deckstück darstellt, das den Knorpel von aussen scheidenartig umschliesst und das Dentale genannt ist.

An diese können sich noch ein Angulare, das unter dem Articulare seine Lage nimmt, und ein Deckknochen an der Innenseite des Unterkieferknorpels, den man — Operculare — bezeichnet, anschliessen.

Das knöcherne Antlitzgerüst der Knochenfische wird aber dadurch noch wesentlich complicirt, dass zu demselben noch Skeletstücke sich gesellen, welche den Fischen eigenthümliche Bildungen verleihen, wie solche sind:

a) die Knochen, welche den Kiemendeckelapparat bilden, und
b) accessorische Knochen, welche als Ossificationen der äusseren Bedeckung das Antlitzskelet noch vervollständigen.

Letztere können über den grösseren Theil des Antlitzes, sowie des Kopfes überhaupt, wie ein Hautpanzer ausgedehnt sein.

Aehnliche Stücke eines solchen Kopfhautpanzers stellen auch die, die Augenhöhlenränder vervollständigenden Ossa infraorbitalia (Fig. 498) dar, die auch in andern höheren Thierklassen (Amphibien und Vögeln) schon auftauchten.

Der Kiemendeckelapparat, welcher die Kiemenhöhle überlagert und die äussere Kiemenspalte von vorn begrenzt, wird bei den Stören nur von einem Knochen — Operculum — gebildet, zu dem sich bei andern Ganoïden und besonders aber bei den Knochenfischen (Fig. 498) noch einige andere (meistens drei oder vier) zugesellen, die ihre Lage theils unter (Suboperculum und Interoperculum), theils hinter ihm (Postoperculum), theils vor ihm nehmen. Im letztern Falle Praeoperculum

genannt, kommt eine innige Verbindung mit dem Kieferträger zu Stande, daher letzteres Opercularstück von Manchen auch zu diesem gerechnet wird.

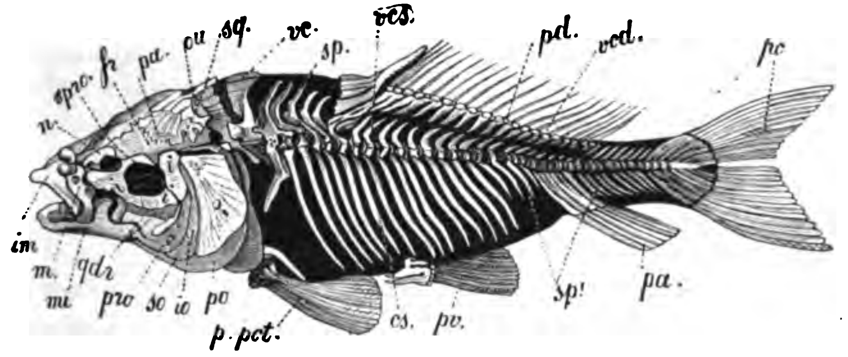



**Fig. 498.** Skelet von Cyprinus Carpio. Kopf. *o* Os occipitis. *pa* Os parietale. *fr* Os frontale. *n* Os nasale. *m* Os maxillare superius. *mi* Os maxillare inferius. *im* Os intermaxillare. *qdr* Os quadratum. *spro* Ossa supraorbitalia. *i* Ossa infraorbitalia. *sq* Os squamosum. *o* Operculum. *pro* Praeoperculum. *io* Interoperculum. *so* Suboperculum, oft mit dem vorhergehenden zu einem Stück verschmolzen. *po* Postoperculum. Rumpf. *vc* Die zwei ersten verschmolzenen Wirbel. *vcs* Rippentragende Wirbel. *vcd* Caudalwirbel. *sp* Process. spinosi und obere Wirbelbogen. *sp'* Untere Wirbelbogen und Process. spinosi inf. — Gliedmassen. *p.pct* Brustflossen (*Pinnae pectorales*). *pv* Bauchflossen (*Pinnae ventrales*). *pc* Schwanzflosse (*Pinna caudalis*). *pd* Rückenflosse (*Pinna dorsalis*). *pa* Afterflosse (*Pinna analis*).

γγ) **Das Antlitzgerüst der Selachier.**

Das Antlitzgerüst der Selachier ist wesentlich einfacher, als das der Knochenfische. Es besteht aus einigen wenig knorpeligen Gliedern, die unter sich und mit dem Schädel sehr beweglich verbunden sind. 1) Aus einem knorpeligen Oberkieferbogen (*Maxilla superior*), der aus zwei in der Mitte verbundenen Seitenhälften gebildet ist. 2) Aus einem ähnlichen, von zwei Hälften zusammengesetzten Unterkieferbogen (*Maxilla inferior*), welche beide Kiefer an ihren nach der Mundhöhle blickenden Seiten mit Zähnen reichlich besetzt zu sein pflegen. 3) Aus einem Kieferträger oder Kieferstiel, welcher den Unterkiefer beweglich an den Schädel befestigt. Der Oberkiefer, eigentlich nur mit dem Unterkiefer durch ein Gelenk verbunden, wird als nur mittelbar vom Kieferstiel getragen. Gegenüber den Knochenfischen ist bemerkenswerth, dass der Oberkiefer mit dem Schädel nicht fest verbunden, sondern nur lose und beweglich unter demselben seine Lage nimmt. Auch ist am Oberkiefer keine Spur eines Zwischenkiefers vorhanden.

Dieses einfache Kiefergerüst geht aus der Umwandlung des vordersten Theiles des Kiemen- oder Eingeweideskelets hervor; jenes umlagert und stützt daher die Mundhöhle als Eingang zur Verdauungs- und Athmungshöhle in ähnlicher Weise, als dieses letztere umschliesst und ihr Stütze gewährt. Ober- und Unterkiefer, welche an ihren hintern Enden mit einander articuliren, entsprechen den beiden Stücken des vordern Kiemenbogens; das Oberkieferstück wird als Palato-Quadratum unterschieden, das nach hinten mit dem Schädel articuliren kann (Fig. 468 *s*) oder nur

mit dem Unterkiefer und dem zweiten Kiemenbogen in Verbindung steht (Fig. 495). Das obere Stück (*hm*) des letzteren (*2*), das mit dem Schädel ebenfalls beweglich verbunden ist, wird zum Träger des Unterkiefers und heisst Hyomandibulare, während das untere Stück Zungenbein (*Os hyoïdeum*) wird. Die aussen auf den Kieferstücken befindlichen kleinen Lippenknorpel werden auch als Ueberreste untergegangener Visceralbogen angesehen.

Die Skeletstücke, welche den Mund der Cyclostomen umlagern und stützen, und welche oben schon beim Schädel Erwähnung fanden, haben mit dem Antlitzgerüste der Selachier keine Aehnlichkeit mehr, sind aber gleichwohl als Umwandlung des vordersten Theils des Visceralskelets zu deuten. Das Gleiche gilt auch von dem, den Mund vom Amphioxus umschliessenden und ihn stützenden Knorpelbogen.

### c) *Eingeweideskelet (Skeleton viscerale).*

#### aa) Der Fische.

Es ist dieses bei denjenigen Wirbelthieren, die auf Wasserathmung angewiesen sind, hauptsächlich ausgebildet und stellt zunächst ein, die Kiemen tragendes und unter Umständen selbst diese schützendes Bogengerüst dar, das aber auch, zum Theil wenigstens, der Wandung des Anfangstheils des Verdauungsapparates mehr oder weniger zur Stütze dient. Bei den Fischen ist es am vollkommensten entwickelt, obschon einzelne seiner Theile selbst auch hier, durch Anpassung an andere Leistungen, wesentliche Umwandlungen und, wo die einen oder anderen Leistungen in Wegfall kommen, selbst auch ansehnliche Rückbildungen erfahren. Besonders ist Letzteres bei den höheren Wirbelthieren der Fall. So lange bei den Amphibien Kiemenathmung besteht, ist die Rückbildung noch keine sehr weitgehende. Wo aber nur Lungenathmung stattfindet, gibt dieses Gerüst seine Beziehung zum Athmungsapparat gänzlich auf, erliegt in Folge davon einer bedeutenden Rückbildung und Verkümmerung; nur einzelne seiner Glieder bewahren noch eine stützende Beziehung zu den Theilen des Nahrungsschlauches.

Bei den Amphioxinen (Fig. 499) ist das Eingeweideskelet ein innerhalb des vordern Theils der Bauchhöhle gelegener Stützapparat der Athmungshöhle, dessen einzelne Glieder jederseits ein System von zarten Knorpelstäbchen darstellen, welche dorsalwärts bogig sich miteinander verbinden und durch ein Band an dem Rückgrat befestigt sind, ventralwärts dagegen frei ausgehen. Diese freien Enden verhalten sich abwechselnd verschieden. Im Ganzen bilden sie eine Art Spitzbogen, welche dadurch zu Stande kommen, dass gablich sich theilende Stäbchen mit einander

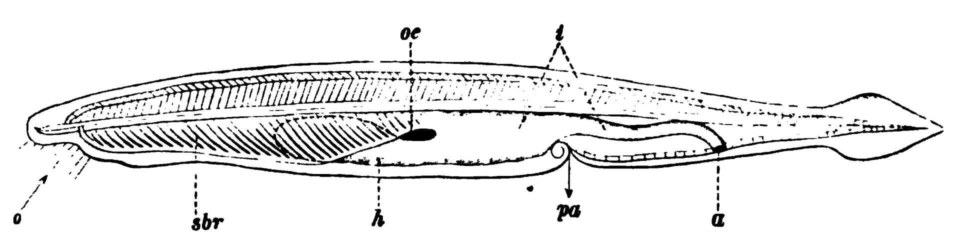



**Fig. 499.** Athmungs- und Verdauungsapparat von Amphioxus lanceolatus. *o* Mundöffnung. *sbr* Kiemensack, seitlich von den Kiemenspalten durchbrochen. *oe* Oesophagus. *i* Tractus intestinalis. *h* Blinddarmförmiger Anhang, die sog. Leber. *a* After. *pa* Porus abdominalis.

bogig sich verbinden und zwischen je zwei solcher ein Stäbchen zu liegen kommt, das ungetheilt bleibt und den Spitzbogen, wie ein Fenster, der Länge nach theilt. Drei auf diese Weise zu einem Spitzbogenfenster gehörige Stäbchen werden durch stabförmige Quersparren, die den Querbalken eines Fensters gleichen, mit einander verbunden. Sie setzen sich aber nicht in einer Linie fort, sondern liegen in verschiedenen Spitzbogenfenstern verschieden. Ihre Zahl ist nach der Grösse des Thieres verschieden, aber mindestens vier; bei grösserer Länge der Spitzbogenfenster sind es aber mehr — bis 9 (J. Müller).

Dieses Gerüst stützt die Wandung des Kiemenschlauches (Fig. 499), in welchen vorn die Mundöffnung leitet, hinten die Speiseröhre aus ihm entspringt und seitlich von zahlreichen senkrechten Spalten durchbrochen ist, durch welche das durch den Mund aufgenommene Athmungswasser in die Bauchhöhle austritt, um darnach durch einen vor dem After gelegenen Porus abdominalis nach aussen entlassen zu werden.

Bei den übrigen Fischen, den Selachiern und Knochenfischen (mit Ausnahme der Cyclostomen) stellt das Kiemengerüst ein System von Bogen dar, die dorsalwärts am Rückgrat, zum Theil auch am Schädel befestigt sind, ventralwärts aber durch unpaare Stücke (Copulae) von beiden Seiten mit einander verbunden werden und den gemeinsamen Eingangstheil der Verdauungs- und Athmungshöhle so umlagern, dass sie in jenen mit ihrer concaven Seite blicken, mit ihrer Convexität dagegen, auf welcher die Kiemen aufsitzen, in die Kiemenhöhle sehen. Zwischen diesen kiementragenden Bogen (daher Kiemenbogen genannt) führen Spalten — innere Kiemenspalten — aus der Mundhöhle in die Kiemenhöhle, welche den Weg bilden, den das Athmungswasser aus ersterer in die letztere nimmt. Die auf ihrer Aussenseite aufsitzenden, meistens aus doppelten Blättchenreihen bestehenden Kiemen werden entweder von einer gemeinsamen Kiemenhöhle umschlossen (Fig. 500), aus welcher nach aussen nur ein Ausgang — äussere Kiemenspalte — ausführt (Knochenfische), oder diese Höhle ist durch häutige Septa (Fig. 501), welche die auf einem Kiemenbogen stehenden doppelten Blättchenreihen von einander scheiden und

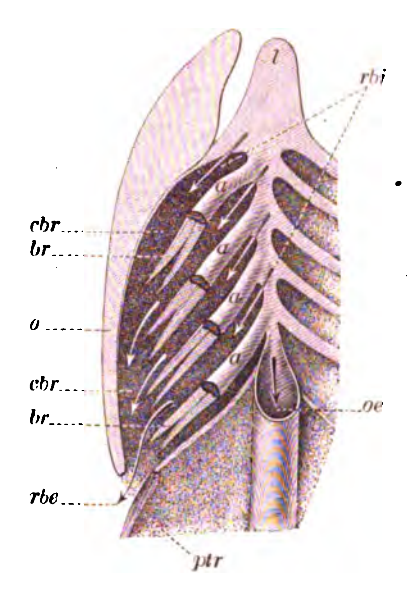



**Fig. 500.** Horizontaler Durchschnitt der Mund- und Kiemenhöhle eines Knochenfisches. *l* Zunge. *a* Untere Hälften der Kiemenbogen. *rbi* Innere Kiemenspalten. *br* Doppelte Blättchen der Kiemen, auf der Aussenseite der Kiemenbogen aufsitzend. *cbr* Kiemenhöhle. *o* Kiemendeckel. *rbe* Aeussere Kiemenspalte. *oe* Oesophagus. *ptr* Wand der Rumpfhöhle.

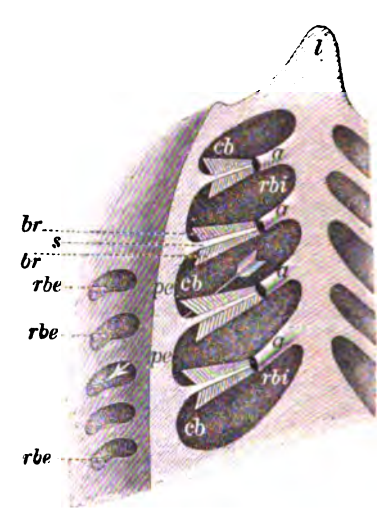



**Fig. 501.** Untere Hälfte eines schematischen Horizontaldurchschnittes der Mundhöhle eines Plagiostomen. *l* Zunge. *a* Untere Hälfte der durchschnittenen Kiemenbogen. *rbi* Innere Kiemenspalten. *cb* Fünf Kiemenhöhlen. *br* Die auf der Aussenseite der knorpeligen Kiemenbogen aufsitzenden doppelten Blättchenreihen der Kiemen. *s* Häutige Septa. *rbe* Aeussere Kiemenspalten, von denen je eine in eine der fünf gesonderten Kiemenhöhlen führt.

von jenen zur gegenüberliegenden äusseren Wand der Athmungshöhle sich ausspannen, in ebenso viele Fächer — Kiementaschen — getrennt, als innere Kiemenspalten vorhanden sind, und die sonst einfache äussere Kiemenspalte (Fig. 500 *rbe*) in Folge davon in eine, der Zahl der Kiemenfächer entsprechende Zahl von Einzelspalten (Fig. 501 *rbe*) zerfällt (Selachier).

Obschon nun bei den Fischen die Hauptbestimmung der Bogen dieses Gerüstes darin besteht, den Kiemen eine tragende Stütze zu gewähren, so werden doch einzelne derselben anderen Funktionen dienstbar gemacht und dadurch anderen Leistungen und anderen Verhältnissen angepasst. So haben wir schon oben Gelegenheit gehabt, die Beziehungen kennen zu lernen, in welche der vordere ursprüngliche Bogen zur Bildung des Antlitzgerüstes trat und diesem entsprechende Umgestaltung erfuhr. Auch der zweite Bogen nimmt mit seinem oberen Abschnitte (Hyomandibulare) noch an der Zusammensetzung des Antlitzgerüstes Theil, während dessen unterer Abschnitt — das Zungenbein (*Os hyoïdeum*) — den Kiemenbogen ähnlicher bleibt, wenn auch der ursprünglichen Funktion, Träger der Kiemen zu sein, er in der Regel nicht wieder zurückgegeben wird. So passen sich auch die hinteren Bogen anderen Leistungen an, nämlich eine Stütze für den Schlund abzugeben und zu mechanischen Einwirkungen auf die

Nahrungsmittel zu dienen. Daher sie zu kieferähnlichen Gebilden — Schlundkiefer (*Ossa pharyngea inf.*), — welche selbst mit Zähnen besetzt sein können (Fig. 502), sich umgestalten. — Gegenüber diesen Theilen des Gerüstes, die anderen Zwecken dienstbar sind, werden diejenigen, welche der ursprünglichen Bestimmung mehr oder weniger erhalten blieben, auch als eigentliche Kiemenbogen (*Arcus branchiales*) bezeichnet. Ausser diesem, die Athmungshöhle und die darin liegenden Kiemen von innen stützenden Apparate gibt es noch andere, welche die Respirationshöhle und ihren Inhalt auch von aussen stützen und schützend decken. Es lassen sich demnach zwei Abtheilungen an dem ganzen Stützgerüste des Respirationsapparates der Fische unterscheiden, eine innere Abtheilung, die aus dem inneren Kiemengerüste besteht, und einer äusseren, die man als äusseres Gerüst des Kiemenapparates bezeichnen kann. Zu letzterer gehört der die Kiemenhöhle überdeckende Opercularapparat der Knochenfische und der knorpelige Kiemenkorb der Cyclostomen. Da der Skeletstücke, aus denen der Kiemendeckel hervorgeht, oben (S. 462) schon gedacht wurde, so sind hier nur das Kiemengerüst der Cyclostomen und das der Kiemenbogen der übrigen Fische (Selachier und Knochenfische) näher in Betracht zu ziehen.



**Fig. 502.** Schlundkiefer (*Ossa pharyngea inf.*) von einem Cyprinoiden von oben. In der Mitte die bechelartig in einander greifenden Zähne.

Wenn man von dem vordersten Bogenpaar, welches in den Kieferapparat des Antlitzes sich umwandelt, absieht, so ist der als vorderster Bogen des Kiemengerüstes der Selachier erscheinende Theil der sogen. Zungenbeinbogen, dessen oberes Stück (Fig. 503 *hm*) das Hyomandibulare und dessen unteres das Zungenbein (*Os hyoïdeum*) (Fig.

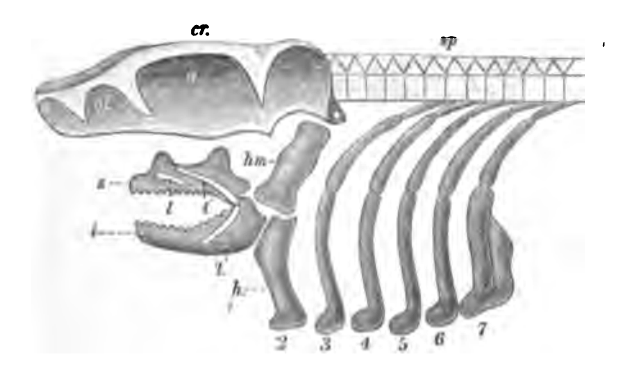



**Fig. 503.** Kopfskelet und Kiemengerüst von Acanthias vulgaris (etwas schematisch gehalten). *cr* Knorpelige Schädelkapsel. *o* Augengrube. *ol* Nasengrube. *sp* Rückgrat. *s* Oberkiefer. *i* Unterkiefer. *l l'* Lippenknorpel. *hm* Oberer Theil des Zungenbeinbogens — Hyomandibulare. *h* Unterer Theil desselben, das Zungenbein. *2—7* Knorpelbogen des Kiemengerüstes.

503 *h*) darstellt. Die hinter letzterem folgenden übrigen Bogen, deren es meistens noch fünf sind, und welche selten diese Zahl um 1 oder 2 übersteigen, — stellen die eigentlichen Kiemenbogen (*3—7*) dar, die unter dem vordersten Theil des Rückgrates gelegen sind. Ihre ventralen Enden sind durch die sog. Copulae brustbeinartig mit einander verbunden, deren Zahl indess kleiner ist, als die der Bogen. Die Copula des Zungenbeinbogens der Knochenfische springt mehr oder weniger zapfenartig nach vorn hervor (Fig. 504 *eg*) und bildet die knöcherne Unterlage der rudimentären Zunge (*Os entoglossum*), die bei Raubfischen, ähnlich den Kiefern und andern Knochen der Mundhöhle, mit Zähnen besetzt zu sein pflegt.

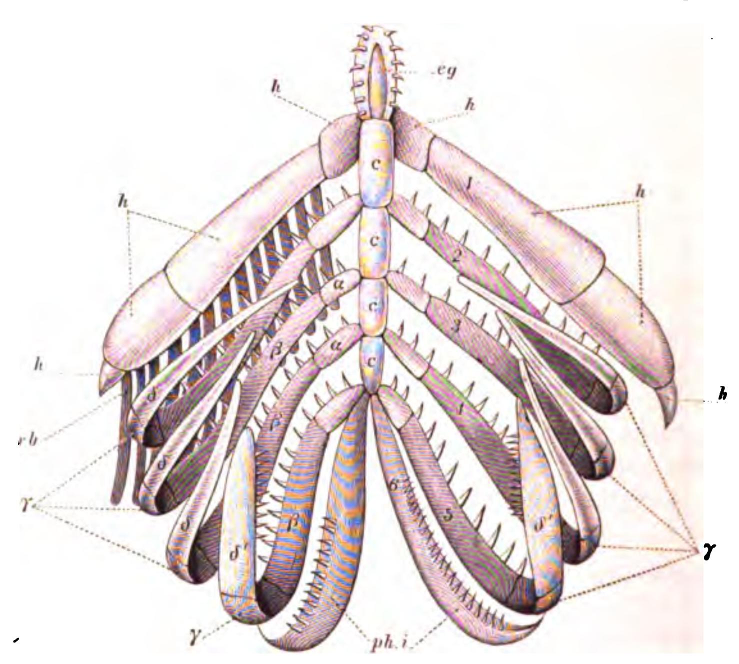



**Fig. 504.** Kiemengerüst von Salmo salar von oben. Die Darstellung ist etwas schematisch gehalten. Die Bezeichnung ist im Allgemeinen die gleiche, wie in Fig. 505. *eg* Os entoglossum mit Zähnen besetzt, δ Zahnbesatz des obern Schlundstückes des vierten Kiemenbogens (5).

Sowohl der Zungenbeinbogen als auch die übrigen eigentlichen Kiemenbogen tragen bei den Selachiern an ihrer Aussenseite Knorpelstrahlen, welche die Wandung der Kiementaschen zu stützen bestimmt sind. Bei den Knochenfischen sind dieselben, soweit sie an den eigentlichen Kiemenbogen sich befanden, durch den Wegfall der Kiementaschen untergegangen. (Die stachel- und zahnartigen Bildungen, welche die Kiemenspalten gitterartig verschliessen können und Schleimhautproduktionen sind, darf man indess mit jenen nicht verwechseln.) Die Strahlen jedoch, die das Zungenbein trägt (Fig. 505 *rb*), bestehen bei den Knochenfischen noch

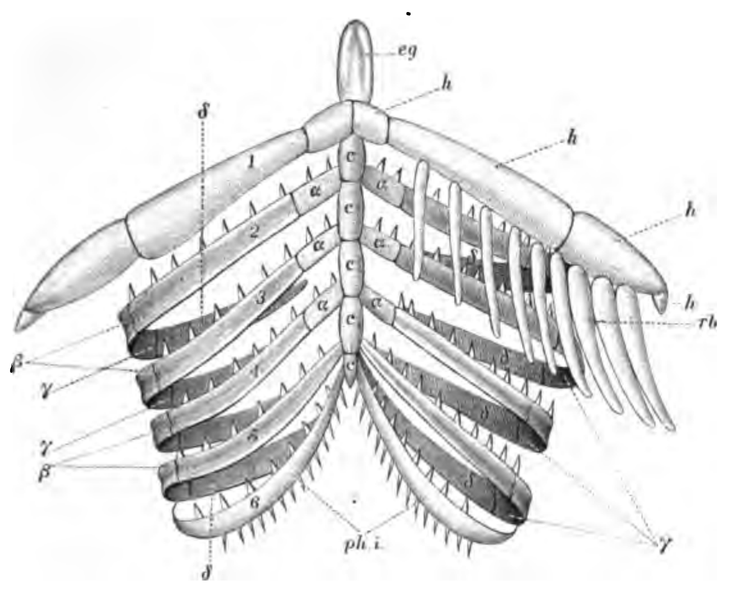



**Fig. 505.** Kiemengerüst von Salmo salar von unten dargestellt; etwas schematisch gehalten. *1—6* Die beiderseitigen Bogen desselben. *1* Zungenbeinbogen. *2—5* Kiemenbogen. *6* Schlundkiefer (*ph.i*). *c* Unpaare Verbindungsstücke der beiderseitigen Bogen (*Copulae*). *eg* Das Verbindungsstück des Zungenbeinbogens, zapfenartig nach vorn hervortretend und zur Stütze der Zunge dienend. *h* Die 4 Stücke, in welche jede Seitenhälfte des Zungenbogens zerfällt und von welchen das innerste, unter der Copula, unmittelbar mit dem anderseitigen zusammenstösst. *rb* Kiemenhautstrahlen (*Radii branchiostegi*), von den beiden mittleren Stücken getragen. α β γ δ Die vier Stücke, welche jeden der vier nachfolgenden Kiemenbogen zusammensetzen. α Das unterste an die Copulae anstossende Stück. β u. γ Die zwei mittleren grössten Stücke, welche an ihrer Aussenseite eine Rinne tragen, zur Aufnahme der Kiemengefässe. δ Die oberen Stücke, welche ihre Lage über dem Schlunde nehmen (*Oss. pharyngea sup.*); der hinterste Kiemenbogen (*6*) ist verkümmert und besteht nur aus einem unteren Stück (*ph.i*), das, ohne Kiemen, nur mit Zähnen besetzt ist und den Schlund von unten stützt (*Ossa pharyngea infer.*) Sämmtliche Kiemenbogen tragen an ihren vorderen, in die Kiemenspalten sehenden Rändern einen zahnähnlichen Besatz, wodurch jene gegen den Austritt von Speisetheilen aus der Mundhöhle in die Kiemenhöhle gitterartig verschlossen werden soll.

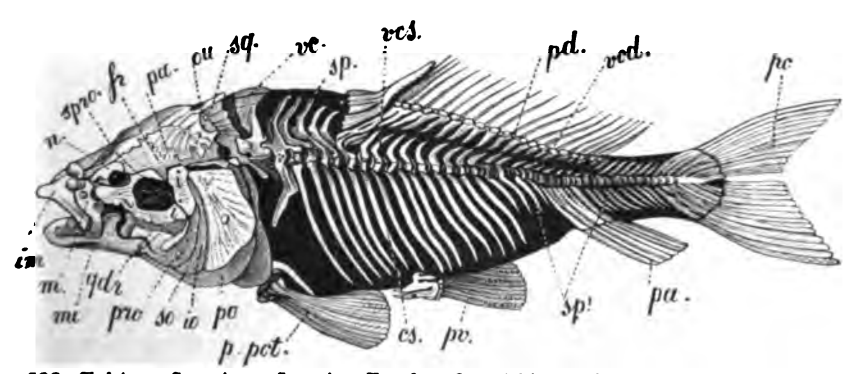



**Fig. 506.** Skelet von Cyprinus Carpio. Kopf. *o* Os occipitis. *pa* Os parietale. *fr* Os frontale. *n* Os nasale. *m* Os maxillare superius. *mi* Os maxillare inferius. *im* Os intermaxillare. *qdr* Os quadratum. *spro* Ossa supraorbitalia. *i* Ossa infraorbitalia. *sq* Os squamosum. *o* Operculum. *pro* Praeoperculum. *io* Interoperculum. *so* Suboperculum, oft mit dem vorhergehenden zu einem Stück verschmolzen. *po* Postoperculum. Rumpf. *vc* Die zwei ersten verschmolzenen Wirbel. *vcs* Rippentragende Wirbel. *vcd* Caudalwirbel. *sp* Process. spinosi und obere Wirbelbogen. *sp'* Untere Wirbelbogen und Process. spinosi inf. — Gliedmassen. *p.pct* Brustflossen (*Pinnae pectorales*). *pv* Bauchflossen (*Pinnae ventrales*). *pc* Schwanzflosse (*Pinna caudalis*). *pd* Rückenflosse (*Pinna dorsalis*). *pa* Afterflosse (*Pinna analis*).

fort und gewähren auch hier dem Kiemenapparat eine Stütze. Sie sind nur knöchern geworden, und indem sie eine den Kiemenapparat von unten deckend überspannende Haut tragen, daher sie auch Kiemenhautstrahlen (*Radii branchiostegi*) heissen — haben sie sich zu einem deckenden Schutzgebilde desselben umgestaltet (Fig. 507). Die Strahlen dagegen am oberen Abschnitte des Zungenbeinbogens (Hyomandibulare) erfahren mit den Umwandlungen, welche dieser bei den Knochenfischen erleidet, gleichfalls eine Metamorphose, indem sie zu den Deckstücken des Kiemendeckelgerüstes (Fig. 506 *o*) verwendet werden, aber ihrer ursprünglichen Bestimmung, die Kiemenhöhle von aussen zu stützen, dessen ungeachtet erhalten bleiben.

Dieser Uebergang von Theilen des Kiemenbogengerüstes in schützende Deckgebilde des Kiemenapparates bereitet ein Verständniss vor bezüglich des scheinbar paradoxen Kiemengerüstes der Cyclostomen.

Die eigentlichen Kiemenbogen bestehen bei den Knochenfischen (Fig. 507 *α—δ*) in der Regel aus vier Stücken, von welchen die dorsalen über dem Schlunde ihre Lage nehmen und die oberen Schlundknochen (*Ossa pharyngea sup.*) darstellen (Fig. 508 *δ*). Bei vielen Knochenfischen

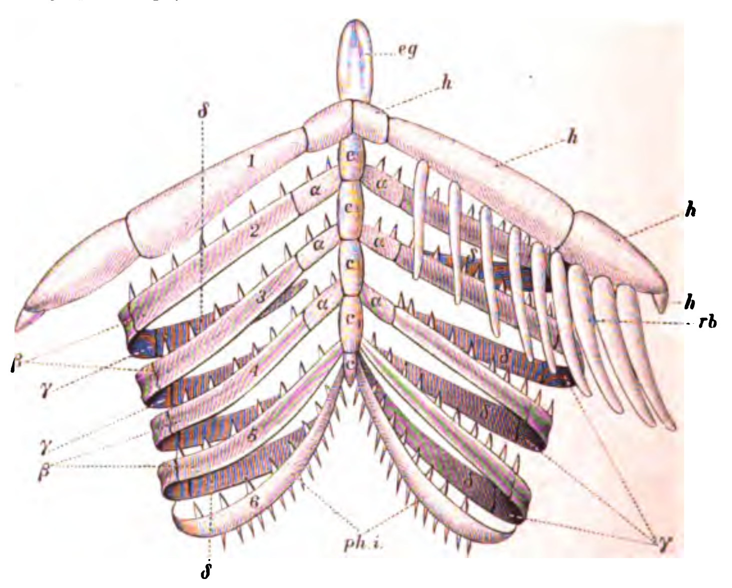



**Fig. 507.** Kiemengerüst von Salmo salar, von unten dargestellt; etwas schematisch gehalten. *1—6* Die beiderseitigen Bogen desselben. *1* Zungenbeinbogen. *2—5* Kiemenbogen. *6* Schlundkiefer (*ph.i*). *c* Unpaare Verbindungsstücke der beiderseitigen Bogen (*Copulae*). *eg* Das Verbindungsstück des Zungenbeinbogens, zapfenartig nach vorn hervortretend und zur Stütze der Zunge dienend. *h* Die 4 Stücke, in welche jede Seitenhälfte des Zungenbogens zerfällt und von welchen das innerste, unter der Copula, unmittelbar mit dem anderseitigen zusammenstösst. *rb* Kiemenhautstrahlen (*Radii branchiostegi*), von den beiden mittleren Stücken getragen. *α β γ δ* Die vier Stücke, welche jeden der vier nachfolgenden Kiemenbogen zusammensetzen. *α* Das unterste an die Copulae anstossende Stück. *β* u. *γ* Die zwei mittleren grössten Stücke, welche an ihrer Aussenseite eine Rinne tragen, zur Aufnahme der Kiemengefässe. *δ* Die oberen Stücke, welche ihre Lage über dem Schlunde nehmen (*Oss. pharyngea sup.*); der hinterste Kiemenbogen (*6*) ist verkümmert und besteht nur aus einem unteren Stück (*ph.i*), das, ohne Kiemen, nur mit Zähnen besetzt ist und den Schlund von unten stützt (*Ossa pharyngea infer.*) Sämmtliche Kiemenbogen tragen an ihren vorderen, in die Kiemenspalten sehenden Rändern einen zahnähnlichen Besatz, wodurch jene gegen den Austritt von Speisetheilen aus der Mundhöhle in die Kiemenhöhle gitterartig verschlossen werden soll.

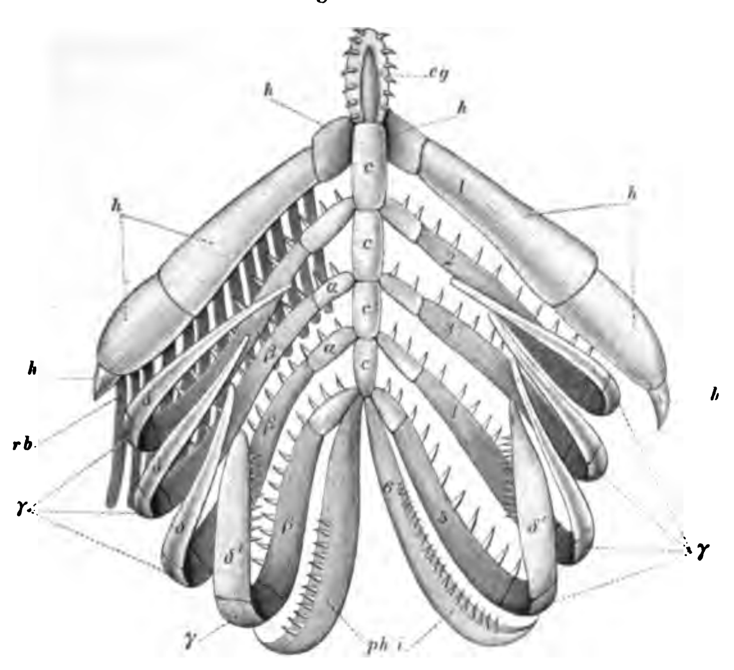



Fig. 508. Kiemengerüst von Salmo salar von oben. Die Darstellung ist etwas schematisch gehalten. Die Bezeichnung ist im Allgemeinen die gleiche, wie in Fig. 505. *eg* Os entoglossum mit Zähnen besetzt; δ Zahnbesatz des obern Schlundstückes des vierten Kiemenbogens (5).

zeigen sie ungleiche Formen und stellen durch Verschmelzung mehrerer derselben mit einander öfter Platten dar. Auch mit Stacheln — Borsten — und Zahnbildungen können sie besetzt sein. Die mittleren zwei Segmente (β γ) tragen an ihrer convexen Aussenseite namentlich die Rinne, in welche die Stämmchen der Kiemengefässe eingelegt sind. Die untersten Bogenstücke (α) verbinden sich mit den Copulae, deren vordersten jeweils der gleichen Zahl der Bogenpaare entsprechen, während weiter hinten mehrere Bogen an eine Copula sich ansetzen können. Nach hinten macht sich überhaupt eine allmählige Rückbildung der Bogen bemerkbar. So trägt der vorletzte Bogen meistens nur eine Kiemenblättchenreihe, und der hinterste ist endlich ganz kiemenlos. Der hinterste Kiemenbogen besteht auch nur noch aus einem Stücke jederseits, das seine Beziehung zum Respirationsapparat gänzlich abgelegt hat, nur noch der Schlundwand Stütze gewährt — untere Schlundknochen (*Ossa pharynchea inf.*) — und durch Besatz mit Zähnen oder zahnähnlichen Bildungen in den Dienst der Kauorgane tritt. Diese unteren Schlundknochen oder Schlundkiefer (Fig. 502), sind mitunter mit Zahnformen besetzt, die von solchen des Mundes gar nicht verschieden sind. Durch Bewegung der beiden Schlundkiefer gegen einander und fingerartiges Ineinandergreifen der Zähne derselben wirken diese aufeinander, und indem sie aufwärts gegen die Schädelbasis gehoben werden, können durch sie feste Nahrungsmittel, die im Begriffe stehen, in

die Speiseröhre übergeführt zu werden, durch Andrücken an die Schädelbasis zerquetscht und zerkleinert werden. Daher da, wo letzteres vorzüglich beabsichtigt ist, wie bei den Cyprinoïden u. a., die Zähne der Schlundkiefer breite Kauflächen, ähnlich den Backenzähnen der herbivoren Säugethiere, besitzen und an der Schädelbasis ein von Knorpel belegter Vorsprung sich findet, gegen welchen die Zähne angedrückt werden können.

Einzelne Kiemenbogen erleiden noch manche andere Abänderungen, indem sie noch anderweitigen Leistungen sich anpassen. So z. B. theilt sich das obere oder das darunter folgende Segment des ersten Kiemenbogens bei den s. g. Labyrinthfischen (Anabas, Osphromenus u. a.) an der, den Kiemenblättern entgegengesetzten innern Seite in eine Anzahl dünner, gewundener, von Schleimhaut überzogener Blätter, zwischen denen zellige Aushöhlungen entstehen, in denen das Wasser eine Zeit lang für die Bedürfnisse der Athmung zurückgehalten werden kann. Das befähigt diese Fische, einige Zeit ausserhalb des Wassers verweilen zu können, ohne der Gefahr ausgesetzt zu sein, durch Eintrocknen der Kiemen und dadurch bedingter Unterbrechung der Athmung und Blutcirculation zu Grunde zu gehen.

Das Kiemengerüst der Cyclostomen (Fig. 509) scheint nach einem von dem der übrigen Fischen abweichenden Plane angelegt zu sein. Allein ungeachtet dieser weitgehenden Abweichung und Verschiedenheit, darf man es doch wohl von jenen ableiten und als ein Abkömmling desselben immerhin betrachten.

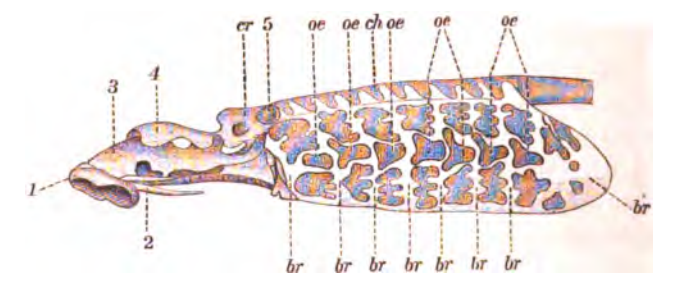



**Fig. 509.** Kopf und Kiemengerüst von Petromyzon fluviat. (nach R. Wagner). *cr* Knorpelhäutiges Cranium. *1* Knorpeliger Lippenring. *2* Anhang desselben. *3* und *4* Vordere und hintere Deckplatte des Mundes. *5* Gehörkapsel. *ch* Chorda dorsalis mit den Rudimenten von Bogenstücken der Wirbel. *br* Einzelne verästelte Bogen des Kiemenbogenkorbes, die sowohl am dorsalen Ende, mit dem sie am Rückgrat angeheftet sind, als auch am ventralen Ende und in der Mitte zwischen beiden letzteren mit einander in Verbindung stehen; an letzterer Stelle umgeben die doppelten Verbindungsstäbe Lücken (*oe*), welche die äusseren Kiemenöffnungen stützend umgeben. *br'* Geschlossenes hinteres Ende des Kiemenbogenkorbes.

Das von dem Kiemenbogengerüste der übrigen Fische ganz besonders abweichende besteht in dem völligen Mangel der Kiemenbogen. Statt dieser findet sich ein korbartiges Knorpelgerüst vor, das den gesammten Kiemenapparat nur von aussen schützend umschliesst und deckt, also ähnlich zum Kiemenapparat sich verhält, als die Deck- und Schutzgebilde desselben bei andern Fischen. Der hinterste Theil des Gerüstes

stellt eine, den Herzbeutel umschliessende Knorpelkapsel dar, von welcher Knorpelleisten nach vorn abgehen, welche durch Querleisten mit einander verbunden werden. Die unregelmässige Form dieser Leisten, ihre zackige und verästelte Gestalt verleihen diesem Gerüste ein eigenthümliches drahtgitterähnliches Aussehen. Die Querleisten sind dorsal am Rückgrat befestigt und ventral brustbeinartig durch ein Verbindungsstück von beiden Seiten vereinigt. Die seitlichen Längscommissuren bilden mit diesen Querleisten Lücken, welche die äussere Kiemenöffnung umschliessen und stützen.

Dieses Kiemengerüst darf wohl als eine Bildung betrachtet werden, welche von jenen Knorpeltheilen ihren Ausgang nahm, die, wie wir schon oben gesehen haben, in verschiedener Weise zu äusseren **Deckgebilden** des Kiemenapparates sich entwickelten. Dabei ist nur das Eigenthümliche, dass die inneren Kiemenbogen, welchen jene Bildungen aufsassen, hier gänzlich in Wegfall kamen, diese aber, anstatt mit unterzugehen, im Gegentheil einer grössern Selbstständigkeit sich bemächtigten und durch vielfache Verbindung unter einander diejenige Festigkeit und mechanische Leistungsfähigkeit gewannen, welche erforderlich war, um daraus ein den Kiemenapparat schützend und stützend umgebendes Gerüst hervorgehen lassen zu können.

Diese Auffassung, dass dieses Gerüst den, die äussere Wand der Kiemenhöhle bildenden **Deckgebilden** der übrigen Fische entspreche, wird besonders dadurch noch unterstützt, dass die die Kiemen trennenden häutigen Septa, welche bei den Selachiern (Fig. 510) einwärts auf den Kiemenbogen und nach aussen an der äussern Wand der Kiemenhöhlen ansitzen, bei den Cyclostomen noch vorhanden sind (Fig. 511) und mit ihrem äussern Ende an der Wandung des Kiemenkorbes befestigt sind.

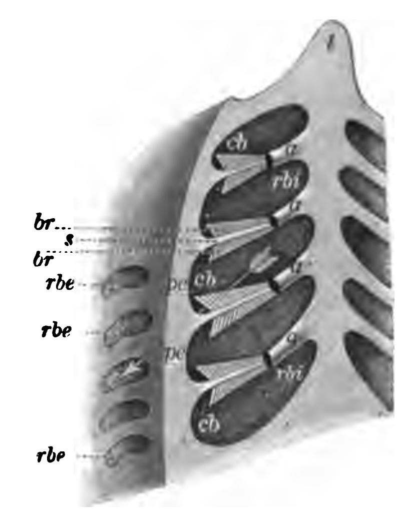



**Fig. 510.** Untere Hälfte eines schematischen Horizontaldurchschnittes der Mundhöhle eines Plagiostomen. *l* Zunge. *a* Untere Hälfte der durchschnittenen Kiemenbogen. *rbi* Innere Kiemenspalten. *cb* Fünf Kiemenhöhlen. *br* Die auf der Aussenseite der knorpeligen Kiemenbogen aufsitzenden doppelten Blättchenreihen der Kiemen. *s* Häutige Septa. *rbe* Aeussere Kiemenspalten, von denen je eine in eine der fünf gesonderten Kiemenhöhlen führt.

Mit den Kiemenbogen und Kiemen der Knochenfische, sowie mit dem Kiemendeckel und der Kiemenstrahlenhaut stehen Muskeln in Verbindung, welche die zum Athmen erforderlichen Bewegungen (Athembewegungen) vermitteln. Durch dieselben werden die Kiemenbogen einander genähert oder von einander entfernt, die Kiemenstrahlenhaut ausgespannt und der Kiemendeckel auf- und zugeklappt, in Folge dessen die äussere Kiemenspalte ge-

öffnet und geschlossen wird. Selbst die Kiemenblättchenreihen besitzen kleine Muskeln, durch welche sie gegen einander gebracht und von einander entfernt werden. Erstere liegen zwischen den Blättchenreihen, letztere unter denselben. Auch bei den Cyclostomen finden sich Muskeln vor, welche die Erweiterung der Kiemenbeutel bewirken. Bei den Selachiern dagegen, deren Kiemen fest sitzen, fehlen natürlich in der Regel Muskeln dieser Art. Das Athmungsmedium trifft die Kiemen hier stets in der zum Athmen günstigen Lage und Stellung.

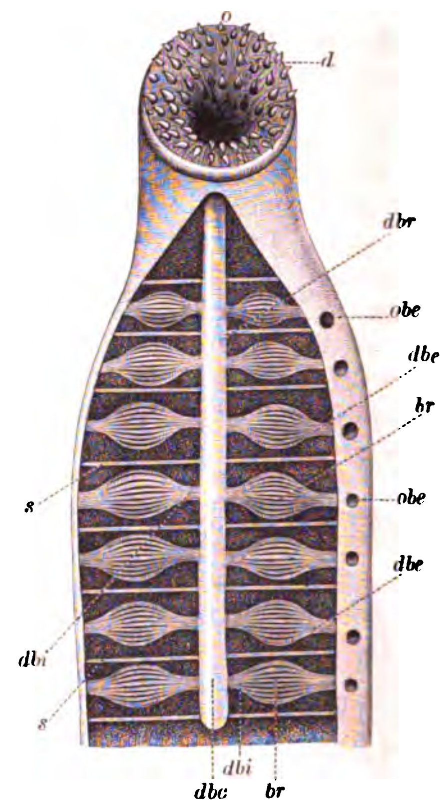



**Fig. 511.** Kiemenapparat bei **Petromyzon marinus.** *o* Saugmund. *d* Hornzähne desselben, welche von entsprechend gestalteten Papillen der Schleimhaut getragen werden. *dbc* Duct. branch. communis. *dbi* Duct. branch. interni. *dbe* Duct. branch. externi. *br* Beutelförmige Kiemen. *s* Häutige Septa dazwischen. *obe* Aeussere Kiemenöffnungen.

### bb) Eingeweideskelet der Amphibien, Vögel und Säugethiere.

Wenn schon bei den Fischen Theile desselben bedeutender Rückbildung anheim fielen und anderen ihm gewordenen Leistungen sich anpassen mussten, so nehmen wir doch dieses in noch viel ausgedehnterem Maasse bei den Amphibien und den höheren Wirbelthieren wahr. Am meisten Aehnlichkeit mit dem der Fische hat es noch bei den wasserathmenden Amphibien, den Perennibranchiaten und Batrachierlarven, welche, wie die ersteren, das ganze Leben hindurch oder, wie die letzteren, nur im Larvenzustande durch Kiemen athmen. Bei denjenigen aber, die nur Luftathmer sind, wohin alle übrigen gehören, geht der zur Kiemenathmung in Beziehung gestandene Theil des Kiemengerüstes bis auf kleine Ueberreste unter. Am meisten bleibt von dem vorderen Bogenpaar, das schon bei den Fischen als Zungenbeinbogen unterschieden wurde, zurück und bilden diese Bogenüberreste mit den Copulae, so weit diese sich erhielten, den Zungenbeinapparat (*Os hyoïdeum*), wie er den luftathmenden Wirbelthieren bis zum Menschen herauf verbleibt. Die Copulae bilden den Zungenbeinkörper, und die Residuen der Bogen stellen die s. g. Zungenbein-

hörner (*Cornua oss. hyoïdei*) dar, deren Zahl verschieden (1—3) sein kann, je nachdem nur vom vordern oder auch von den nächst dahinterfolgenden Visceralbogen Ueberreste sich erhalten haben.

Bei den **Perennibranchiaten** und **Batrachierlarven** (Fig. 512) besteht das Eingeweidegerüst 1) aus 4—5 Bogenpaaren und 2) aus deren die ventralen Enden verbindenden Copulae. Das vorderste Bogenpaar stellt wieder den Zungenbeinbogen dar, die übrigen sind kiementragende, die jedoch nur eine gemeinsame Copula, an welche sie theils unmittelbar, theils mittelbar befestigt sind, besitzen (Fig. 512 *abr*).

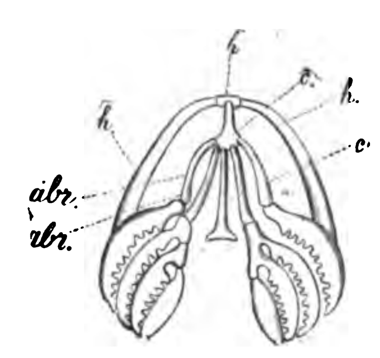


**Fig. 512.** Zungenbein und Kiemenbogen einer Larve von Salamandra maculata (nach Rusconi). *h* Zungenboinbogen. *h'* Copula desselben (Zungenbeinkörper). *c* Gemeinsame Copula für die Kiemenbogen. *c'* Hinterer Anhang der gemeinsamen Copula, keinen Kiemenbogen tragend. *abr* Kiemenbogen, von welchem nur die zwei vordersten auf der gemeinsamen Copula direkt aufsitzen, die beiden hinteren dagegen nur an den zunächst vorgehenden angeschlossen sind.

Wenn nun auch das Visceralskelet als Wasserathmungsgerüst bei den Fischen zu so hoher Entwicklung gelangt, bei den Luftathmern hingegen diese Bedeutung gänzlich verliert und desshalb bis auf kleine Ueberreste einer beinahe bis zur Vernichtung führenden Rückbildung anheimfällt, — so sind doch in den frühesten Entwicklungsstadien aller Wirbelthiere, in den Seiten des gemeinsamen Eingangstheils zur Verdauungs- und Athmungshöhle, den Kiemenspalten ähnliche spaltartige Durchbrechungen — embryonale Kiemenspalten — angelegt, welche von, den Kiemenbogen entsprechenden Bogenwülsten — embryonale Kiemenbogen — begrenzt werden, die den Kiemenspalten und Kiemenbogen der Fische und kiemenathmenden Amphibien homologe Bildungen sind, die aber, da sie nicht zu Trägern von Kiemen verwerthet werden, nur rasch vorübergehende Entwicklungsphasen darstellen und zur Bildung von Organen verwendet werden, welche mit dem Kiemenapparat nichts mehr gemein haben, als den gemeinsamen Boden der Entstehung.

### Zungenbein der luftathmenden Wirbelthiere.

Bei denjenigen Amphibien, welche nach dem Larvenzustande die Kiemen abwerfen und ausschliesslich durch Lungen athmen (Batrachiern), besteht der vom Kiemenapparat zurückbleibende Rest 1) aus einem **Zungenbeinkörper**, der entweder aus der Copula des Zungenbeinbogens allein hervorgeht oder durch Vereinigung dieser mit übrig gebliebenen Copulae der vorderen Kiemenbogen; 2) aus den **vordern Hörnern** (*Cornua anteriora*), als den Ueberresten der Seitentheile des ursprünglichen Zungenbeinbogens des Kiemengerüstes, und 3) aus **hinteren Hörnern** (*Cornua posteriora*) als Residuen von Kiemenbogen.

Bei den **beschuppten Amphibien** trägt der einfache, nur selten in mehrere Stücke zerfallende **Zungenbeinkörper** meistens **zwei**, öfters

aber auch drei mehrgliedrige Hörner, wie dies besonders bei den Cheloniern und Sauriern der Fall zu sein pflegt. Bei den Krokodilen trägt indess der breite panzerähnliche Zungenbeinkörper nur ein Hörnerpaar, das wie das vordere Horn gegen den Schädel aufsteigt, ohne sich jedoch daran zu befestigen. Bei den Ophidiern endlich ist das Zungenbein ganz rudimentär, indem es nur aus zwei dünnen Knorpelstreifen besteht, deren vorderen Enden vor der Trachea bogig in einander übergehen und mit ihren freien Enden, anstatt an dem Schädel sich zu befestigen, weit nach hinten sich erstrecken.

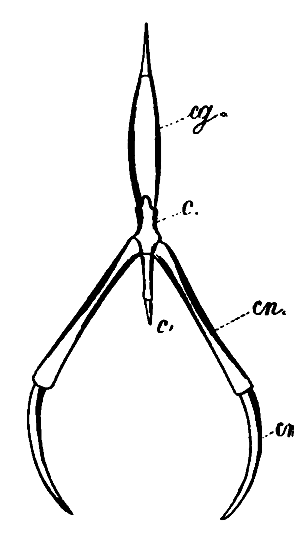



**Fig. 518.** Zungenbein von der Gans (*Anas anser*) in 1/2 Grösse. *c* Körper des Zungenbeins (Copula des Zungenbogens). *c'* Dahinter ein kielartiger Anhang als rudimentäre Copula, deren zugehöriger Bogen fehlt. *eg* Os entoglossum. *cn* Zungenbeinhorn aus zwei Gliedern zusammengesetzt.

Auch bei den Vögeln (Fig. 513) ist der Zungenbeinapparat ziemlich einfach, indem der Zungenbeinkörper (*c*) nur ein Hörnerpaar trägt (*cn*). Nach hinten geht der Zungenbeinkörper in einen oft zweigliedrig stielförmigen Anhang (*c'*) aus, der ein Ueberrest der Copulae der Kiemenbogen ist. Vorn trägt er das, die Zunge stützende und verschieden gestaltete Os entoglossum (*eg*). Die Hörner sind meistens ziemlich lang, 2—3-gliedrig und nicht direkt mit dem Schädel verbunden. Von ganz besonderer Länge sind die Hörner bei den, eine weit vorstreckbare Zunge besitzenden Spechten, wo sie um das Hinterhaupt nach oben und über dem Schädel nach vorn, bis unter die Stirne, sich erstrecken (Fig. 21).

Bei den Säugethieren (Fig. 514) und dem Menschen (Fig. 515) trägt der Zungenbeinkörper wieder zwei Hörnerpaare, ein vorderes und hinteres. Bei ersteren ist das vordere das entwickeltere, aus mindestens zwei, oft (wie bei Wiederkäuern) aus drei Stücken gebildet, von denen das oberste mit dem Os petrosum beweglich sich verbindet, in einzelnen Fällen aber, wie beim Orang-Utang und dem Menschen, mit demselben verwächst und dann den Processus styloïdeus des Schläfenbeins darstellt (*st*). Die Zwischenstücke sind oft, wie beim Menschen, nur ligamentös (Fig. 515 *lg''*) vertreten (Lig. stylo-hyoïdeum). Die hinteren Hörner sind stets eingliederig und kleiner, als die vorderen. An sie ist der Kehlkopf aufgehängt (Fig. 514). Beim Menschen sind sie grösser, als die vorderen, daher sie die Cornua majora und die vorderen die Cornua minora heissen. Bei manchen Säugethieren (Pferd, Wiederkäuer) verwachsen die hinteren Hörner mit dem Körper. Bei manchen trägt letzterer vorn noch einen an das Os entoglossum erinnernden Fortsatz (*c'*), der beim Pferde sehr

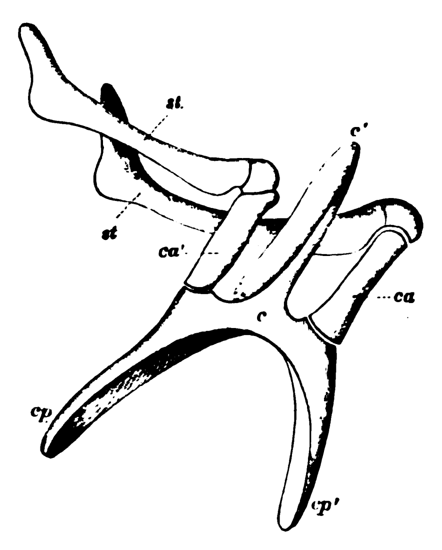



**Fig. 514.** Zungenbein vom Pferde (*Equus caballus*) in 1/3 Grösse dargestellt. *c* Zungenbeinkörper. *c'* Kielartiger Fortsatz desselben nach vorn. *cp* Hintere Hörner (*cornua majora*), mit dem Körper verwachsen. *ca* Vordere Hörner aus 2 Hauptgliedern und einem Zwischenstück bestehend; das hinterste (*st*) verbindet sich mit seinem aufwärtssehenden Ende mit dem Os petrosum, und wenn es damit verwächst, dessen Processus styloïdeus darstellt; das vordere kürzere Glied (*ca'*) stellt dann das Cornu minus des menschlichen Zungenbeins dar.

lang, bei Wiederkäuern hingegen von geringerer Grösse ist.

Wo bei Affen (Cebus, Atcles) die Kehlkopftaschen (*Ventriculi laryngis*) eine ansehnlichere Grösse erreichen, gewährt ihnen der Zungenbeinkörper eine Stütze. Daher letzterer dann von hinten eine entsprechende Aushöhlung und vorn eine gewölbte Form erhält.

Auch beim männlichen Geschlechte des Menschen findet man etwas Aehnliches, nämlich an der hintern Fläche des Zungenbeinkörpers eine Aushöhlung in Fällen, wo die Ventriculi Morgagni eine bedeutendere Grösse, als gewöhnlich, haben und bis hinter jenen sich ausdehnen.

Diese Anpassung der Formen des Zungenbeins an Theile des Kehlkopfes kann selbst in einzelnen Fällen, so beim Brüllaffen (*Mycetes*), soweit gehen,

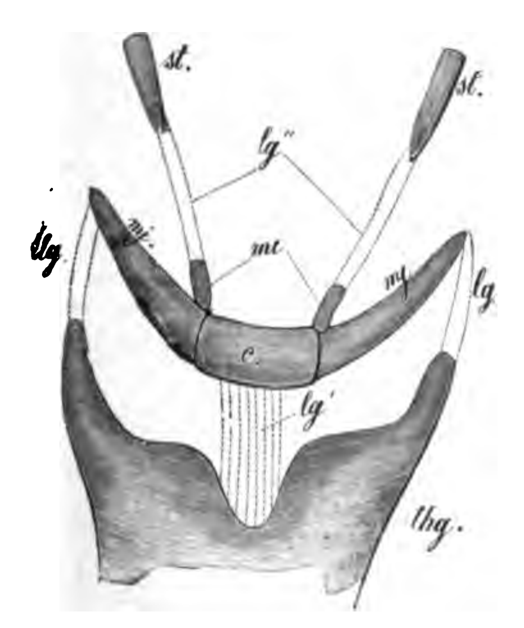



**Fig. 515.** Zungenbein vom Menschen. *c* Corp. ossis hyoidei. *mj* Cornua majora, den Kehlkopf (*thg*) tragend und *lg'* Bänder, durch welche dieser an jene aufgehängt ist. *mi* Cornu minora. *st* Processus styloïdeus des Schläfenbeins. *lg''* Lig. stylohyoïdeum, beide verbindend.

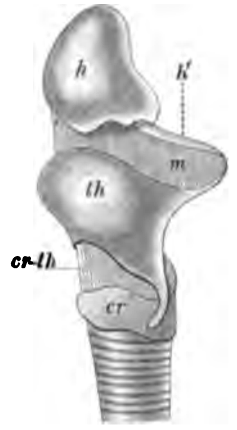



**Fig. 516.** Kehlkopf vom Brüllaffen (*Mycetes*), Bezeichnung wie früher.

dass die ursprüngliche Gestalt des Zungenbeinkörpers ganz verloren geht und er zum Behufe der Umschliessung der Kehlkopftaschen, die zur Bildung eines mächtigen Resonanzapparates ganz ungewöhnlich vergrössert sind — in eine förmliche Knochenblase (Fig. 516) umgewandelt erscheint.

Rückblick.

Wenn man das Eingeweideskelet der Wirbelthiere und die Mannigfaltigkeit seiner Formen noch einmal übersieht, so kann man nicht verkennen, dass es nach einem gemeinsamen Plane angelegt ist und alle Verschiedenheiten und Abänderungen darstellt, welche dieser erfahren hat. Als den Grundplan kann man sich ein System von Bogen vorstellen, die anfänglich alle gleichartig und gleichwerthig sind, um dem Wasserathmungsapparat, wie auch dem Eingangstheil des Verdauungsapparates, welche beide davon umlagert werden, eine Stütze zu gewähren, namentlich aber die Träger für die Kiemen abzugeben bestimmt sind.

In seiner ganzen Ausdehnung kommt er aber nicht zur Verwendung, erleidet vielmehr mannigfache Reductionen und Umwandlungen. Den nicht zu Trägern der Kiemen verwendeten Bogen und Bogentheilen werden andere mechanische Leistungen zugewiesen, dem sie sich desshalb anpassen müssen. So lässt sich verstehen, dass der vorderste Bogen seine Beziehung zu dem Kiemenapparat aufgibt und in ein Gerüst sich umwandelt, das durch Bildung des Kiefergaumengerüstes die Wandung des Eingangstheils des Nahrungsschlauches und Respirationsweges stützt und durch Eintreten in den speciellen Dienst des ersteren selbst zu Kauwerkzeugen umgewandelt wird. Auch der zweite Visceralbogen wird seiner ursprünglichen Bestimmung, Träger von Kiemen zu sein, meistentheils ganz entzogen. Sein oberer Abschnitt wird zu einem Tragapparate des Kiefergaumengerüstes, der mit dem umgewandelten ersten Bogen in die Bildung des Antlitzgerüstes übergeht, — während sein unterer Theil eine gewisse Selbstständigkeit sich bewahrt, aber ungeachtet dessen doch nicht zum Kiementräger, sondern zu einem Bogen wird, der nach der Stütze, welche seine Copula der Zunge gewährt, den Zungenbeinbogen bildet. Nur die hinter diesen zweiten Bogen folgenden übrigen sind die eigentlichen Kiemenbogen, obgleich auch einzelne dieser schon bei den Fischen mehr oder weniger Rückbildungen anheimfallen und zu anderen Leistungen verwendet werden.

Bei den Wirbelthieren, die nur durch Lungen athmen, mussten die kiementragenden Visceralbogen natürlich als solche funktionslos werden und als überflüssig dem Untergang verfallen. Nur diejenigen (die beiden vordern), für welche auch bei den Luftathmern die ihnen schon bei den Fischen gewordene Aufgabe und Beziehung zur Bildung des Antlitzgerüstes verbleibt, werden selbstverständlich auch hier, wenn gleich in sehr veränderter Form, fortbestehen. Sie sind es, aus denen auch bei den Luftath-

mern in gleicher Weise, als wie dies schon bei den Fischen der Fall war, das die Mundhöhle und den Schlund umschliessende und stützende Kiefergaumengerüst und der Zungenbeinapparat hervorgeht.

Auch die Visceralspalten fallen da, wo ihre ursprüngliche Bestimmung ihnen entgegen wurde, dem Untergang entweder ganz anheim, oder es werden, wo sie theilweise noch erhalten bleiben, ihnen andere Bestimmungen gegeben und zu andern Leistungen, denen sie sich natürlich anpassen müssen, verwerthet. So ist schon bei den Fischen die zwischen den ursprünglich beiden vordern Visceralbogen befindliche Spalte untergegangen und nur bei den Selachiern ein Theil davon übrig geblieben, welcher zur Bildung des sog. Spritzloches verwendet wurde.

Bei den Luftathmern gehen nun auch die übrigen Visceralspalten ein, welche bei den Kiemenathmern zur Kiemenfunktion in näherer Beziehung standen. Nur die vordere geht nicht ganz unter, sondern lässt offene Ueberreste zurück, die aber ihre Beziehung zur Athemfunktion gänzlich aufgegeben haben. Sie wandeln sich zu Hohlbildungen um, welche der das Ohrlabyrinth umfassende Gehörkapsel von aussen sich anschliessen und dadurch zu Bestandtheilen des Gehörapparates werden.

Die Schliessung dieser Spalte erfolgt entweder nur aussen und bleibt gegen den Schlund hin offen, oder in der Mitte, und lässt aussen und innen offene Theile übrig. In ersterem Falle bildet sich aus dem offen bleibenden Theile die Eustachische Röhre und Paukenhöhle, und aus der Verschliessung das Paukenfell hervor. Im andern Falle wird, während die Verschliessung und der innen offen gebliebene Rest die gleiche Verwendung, wie vorhergehend, findet, der aussen offen gebliebene Theil in das äussere Ohr und den äussern Gehörgang umgewandelt. Gleichwie diese vordere Visceralspalte bei den Luftathmern, statt ihres gänzlichen Unterganges, zur Bildung von Höhlungen verwendet wird, durch welche die Leitung der Schallwellen aus der Luft zum Labyrinth ermöglicht werden soll, so werden auch aus den, jene begrenzenden beiden vordern Visceralbogen bei den Luftathmern Theile gleichsam entlehnt, um knöcherne Inhaltsgebilde der Paukenhöhle, nämlich die Gehörknöchelchen, daraus hervorgehen zu lassen, durch welche die Schallleitung aus der Luft nach dem Labyrinth weiter unterstützt werden soll, — und welche Theile der ursprünglichen Visceralbogen der ihnen gewordenen neuen Bestimmung ebensowohl sich nun anpassen, als wie dies bezüglich der, zur Höhlung des äussern und mittleren Theils des Gehörapparates sich umwandelnden vordersten Visceralspalte der Fall ist. Bei den Amphibien und Vögeln entwickelt sich die, das Trommelfell mit dem Labyrinth verbindende Columella aus dem obersten sich ablösenden Theil des zweiten Visceralbogens (d. h. dem Zungenbeinbogen). Bei den Säugethieren, bei welchen zu dieser Colu-

mella, die hier zum Steigbügel wird (siehe unten das Gehörorgan), noch zwei weitere Knöchelchen, der Ambos und Hammer hinzutreten, um eine das Trommelfell mit Labyrinth verbindende kleine Knochenkette herzustellen, — werden diese dem ersten Visceralbogen entnommen. Das bei den Amphibien und Vögeln vorhandene Os quadratum, das als Glied des Antlitzgerüstes bei den Säugethieren verschwindet, ist es, das hier zur Bildung des Ambos verwendet wird, und der Hammer, der einestheils sich diesem anschliesst, anderntheils mit dem Trommelfell sich verbindet, geht aus dem mit dem Quadratum articulirenden Gelenkstücke (*Articulare*) des primitiven knorpeligen Unterkiefers hervor (Gegenbaur).

Ein beim Foetus von dem bereits verknöcherten Hammer noch ausgehender Knorpelfortsatz (sog. Meckel'scher Fortsatz) zu dem primitiven Unterkieferknorpel verräth noch eine Zeit lang den Ursprung aus diesem. Der übrig bleibende Theil des Unterkieferknorpels bildet die Unterlage für einen aussen sich auflagernden Deckknochen ab, der nach oben mit dem Squamosum in Articulation tritt und den später definitiven knöchernen Unterkiefer darstellt. Zu einer Mehrzahl von Deckstücken, welche noch bei den Vögeln den primitiven Unterkieferknorpel umschliessen und den knöchernen Unterkiefer zusammensetzen, kommt es bei den Säugethieren, wie es scheint, nicht. Ob alle Knochenstücke, welche den Unterkiefer der Vögel und Amphibien zusammensetzen, in demjenigen der Säugethiere als miteinander verschmolzen gedacht werden müssen, oder dieser nur einem jener, wie etwa dem Dentale, oder mehreren derselben entsprechen, lässt sich nicht mit Bestimmtheit feststellen.

## Nachtrag.

Nachdem der Druck des Textes über das Rumpfskelet schon beendigt war, kamen mir die Beiträge zur vergl. Osteologie der Vertebraten, von C. Claus (Sitzungsberichte der kaiserl. Acad. d. W. Bd. 74. Abth. 1) in einem Separatabdrucke zu Handen; daher die Resultate dieser sorgfältigen Untersuchungen oben unberücksichtigt blieben und hier nachträglich darüber berichtet wird.

C. Claus weist im ersten Abschnitte seiner vortrefflichen, mit hübschen Abbildungen ausgestatteten Arbeit über „Rippen und unteres Bogensystem" nach, dass die Gegenbaur'sche Ansicht, welcher zu Folge Rippen und untere Wirbelbogen der Caudalregion der Wirbelsäule homologe Skelettheile sind und letztere aus ersteren hervorgehen, — unrichtig sei. Nach dem Verf. sind Rippen und untere Wirbelbogen von den Amphibien an bis zu den Säugethieren herauf morphologisch verschiedene Bildungen; jene gehören dem System der Querfortsätze an, während diese nur Wiederholung der dorsalen Wirbelbogen darstellen. Im

zweiten Abschnitte enthält diese schätzenswerthe Arbeit auch noch eine Untersuchung über die Verschiebung des Darmbeins und der Sacralregion der Wirbelsäule von Amphibien. Verf. constatirt die Variabilität der Lage des hintern Gliedmassengürtels und der davon abhängigen Zahl der Dorsallumbalwirbel.

Ferner sind noch folgende vergleichende osteologische Arbeiten nachzutragen:

G. Born, Zum Carpus und Tarsus der Saurier, in Gegenbaur's morpholog. Jahrbuch Band II, nebst einer Tafel.

Gegenbaur, Ueber den Ausschluss des Schambeins von der Pfanne des Hüftgelenkes, in dessen morpholog. Jahrbuch Band II, nebst einer Tafel. Von seiner früheren unrichtigen Ansicht (Grundzüge der vergleichenden Anatomie. 1859. S. 436), der zu Folge das von der Pfanne ausgeschlossene Schoosbein beim Krokodil ein dem Beutelknochen der Beutelthiere entsprechender Skelettheil sein sollte, — zurückkommend, weist Verf. nun nach, dass selbst auch bei einzelnen Säugethieren (Lepus, Inuus u. a.) eine mehr oder weniger vollständige Verdrängung des Schambeins von der Theilnahme an der Hüftgelenkpfanne vorkomme.

Derselbe, Zur Morphologie der Gliedmassen der Wirbelthiere, ebenda Band II.

C. Hasse, Die fossilen Wirbel, ebenda Band II, nebst zwei Tafeln.

Hyrtl, Ueber die Wirbelassimilation bei Amphibien, in den Sitzungsberichten der kaiserl. Akademie der Wissenschaft. Band 49, Abtheilung 1. S. 264.

G. Joseph, Ueber die Schläfenlinie und den Scheitelkamm der Affen, im morpholog. Jahrbuch, Band II, nebst einer Tafel.

W. Marschall (Leiden), Ueber den Vogelschwanz, in dem niederländischen Archiv für Zoologie von E. Selenka. Harlem u. Leipzig 1873. Band I. Enthält Untersuchung über die Entwicklung des, aus der Verschmelzung einer Anzahl von Wirbeln hervorgehenden Endstückes des Schwanzskelets.

Derselbe, Ueber die knöchernen Schädelhöcker der Vögel, ebendaselbst Band I, nebst einer Tafel.

W. Rolph, Ueber den Bau des Amphioxus lanceolatus, im morpholog. Jahrbuch, Band II, nebst zwei Tafeln. Verf. bestreitet bezüglich der Chorda dorsalis und ihrer Scheiden die Richtigkeit der Kosmann'schen Darstellung.

E. Rosenberg, Die Entwicklung der Wirbelsäule und das Centrale carpi des Menschen, ebenda Band I.

A. G. Vrolik, Studien über die Verknöcherung und die Knochen des Schädels der Telostier, in dem niederländ. Archiv für Zoologie Band I, nebst fünf Tafeln. Es ist dies eine für die vergleichende Osteologie des Schädels sehr wichtige Abhandlung, welche umfasst:

1) die Synonyme der Schädelknochen nebst einer sehr übersichtlichen Tabelle;
2) die Verknöcherung des Teleostierschädels (Hecht, Lachs);
3) die Knochen des Teleostierschädels mit Rücksicht auf die Huxley'sche Otica (Beschreibungen der Schädel einiger Physostomen und Gadus lota);
4) die Verknöcherung des Schläfenbeins der Säugethiere mit Rücksicht auf die Huxley'sche Otica.

Untersucht wurden:

a) die Knochenpunkte des menschlichen Schläfenbeins; dann
b) die am Schläfenbein anderer Säugethiere (Rind, Ziege, Schaf, Schwein, Kaninchen, Hund) und endlich
c) die Bildung des Fallop. Canales.

## B. Activer Bewegungsapparat.

### 1. Muskelapparat der Wirbelthiere.

D'Alton, Beschreibung des Muskelsystems von Python bivittatus, in Müller's Archiv, 1834. — Derselbe, De strigum musculis. Halae 1837. —. Bergmann, in Müller's Archiv, 1839, S. 296. — Bojanus, Anatome testudinis europeae. Vilnae. — E. Burdach, Neunter Bericht von der anat. Anstalt zu Königsberg. Königsberg 18[illegible] — Buttmann, De musculis Crocodili. Halae 1826. — C. G. Carus, Erläuterungstafeln z. vergl. Anatomie. Heft I. — Catalogue of Hunters Collection. Vol. II. — G. Cuvier, Vorlesungen z. vergl. Anatomie. Bd. I. — Derselbe, Histoire naturelle des poissons. Vol. I. — Duges, Recherches sur l'Osteologie et la Myologie des Batraciens. Paris 1834. — A. Ecker, Anatomie des Frosches. Braunschweig 1863. — M. Fürbringer, die Knochen und Muskeln der Extremitäten bei schlangenähnlichen Sauriern. Leipzig 1870. — Derselbe, Zur vergl. Anatomie der Schultermuskulatur: I. Th. in Jenaisch. Zeitschr. Bd. 7; II. Th. ebenda Bd. 8; III. Th. in Gegenbaur's morpholog. Jahrbuche Bd. 1. S. 637. — Derselbe, Zur vergl. Anat. der Muskulatur des Kopfskelets der Cyclostomen in Jenaisch. Zeitschr. Bd. 9. — Goodsir, (Ueber die Muskeln von Orthagoriscus) in Annals of natural history. Vol. 6. p. 522. — Gurlt,

Abbildungen zur Anatomie der Haussäugethiere. — Derselbe, Ueber die Muskeln des Vogelflügels in Meckel's Archiv f. Physiologie. — S. Haughton, On the muscular Anatomy of the Crocodile, in Proc. of royal Irish. Acad. Vol. 9. Doublin 1866. — Derselbe, In Ann. and. mag. of nat. histor, 4 Ser. Vol. 1. 1868. — Heusinger, in dessen Zeitschrift f. org. Physik. Bd. 3. Heft 5. — Himly, Ueber das Zusammenkugeln des Igels. Braunschweig 1804. — Hyrtl, Lepidosiren paradoxa. Prag 1845. — Hübner, De organis motoriis Boae caninae. Berolini 1815. — Jacobs, Talpae europaeae anatome. Jenae 1816. — Jaeger, Ueber das Vorkommen eines Knochens im Zwerchfell des Dromedars etc. in Meckel's Arch. f. Physiol. Bd. V. S. 113. — Leisenring, Atlas zur Anatomie des Pferdes und der übrigen Haussäugethiere. Leipzig 1861. — F. S. Leuckart, Der Zwerchfellknochen beim Dromedar, in Meckel's Archiv für Physiol. Bd. VI. S. 142. Bd. VIII. S. 441. — Ljunggren, De Talpae extremitate anteriore. Lund 1819. — Lucae, Die Robbe und Fischotter in ihrem Knochen- und Muskelskelet. Frankfurt a. M. 1876. — Meckel, System d. vergl. Anat. Bd. 3. — Derselbe, Ornithorhynchi paradoxi descriptio anatomica. Lipsiae 1826. — J. Müller, Vergl. Anat. d. Myxinoïden. Berlin 1835. — R. Owen, Comparative anatomy of Vertebrates. London 1868. Vol. I, p. 200; Vol. II, p. 84; Vol. III, p. 1. — Derselbe, Marsupialia, in Todd's Cyclopaedia. — Derselbe, Monotremata ebendas. — Derselbe, Ueb. die Hautmuskeln Apterix, in Frorieps. N. Notizen. B. 25. Nr. 548. — H. Pfeiffer, Zur vergl. Anat. des Schultergerüstes u. der Schultermuskeln bei Säugethieren, Vögeln u. Amphibien. Giessen 1854. — W. Rapp, Die Cetaceen, zoologisch und anatomisch dargestellt. Mit Abbildungen. Tübingen und Stuttgart 1837. — Rathke, Ueber den innern Bau der Pricke. Danzig 1825. — J. Reid, Ueber die Muskeln des Pinguins (Aptenodytes patogonica) in d. Procedings of the zool. society of London. P. 3. 1839. S. 140. — Robin, Ueber die Rücken- u. Schwanzmuskeln bei den Rochen, in Annal. d. sc. nat. 1847. — Rüdinger, Die Muskeln der vordern Extremitäten der Reptilien u. Vögel. Harlem 1868. — C. G. Schoeps, Beschreib. der Flügelmuskeln der Vögel, in Meckel's Archiv für Physiologie. 1829. S. 72. — Seubert, Symbolae ad Erinacei europaei anatomen. Bonn 1841. — Stannius, Lehrb. d. vergl. Anat. d. Wirbelthiere. Berlin 1846. — Derselbe, Handbuch der Anatomie der Wirbelthiere. 2. Aufl. Heft 1—2. Berlin 1854—55 (Fische u. Amphibien). — Derselbe, Ueber den Bau der Muskeln bei Petronyzon fluviatilis, in den Nachrichten der kgl. Gesellschaft der Wissenschaften zu Göttingen Nr. 17. 1851. — Straus-Dürckheim, Anatomie descriptive et comparative du Chat, type de mammifère en générale et des carnivores en particulier. Avec atlas. Paris 1845. — Vrolik, Recherches d'anatomie comparée sur le Chimpansée. Amsterd. 1841. — R. Wagner, Icones zootomicae. Lipsiae 1841. — M. J. Weber, in Müller's Archiv 1840. — Wetter, Erinacei europaei anatome. Goetting. 1818. — Zenker, Batrachomyologia. Jena 1825.

Die willkürlichen Muskeln des Wirbelthierkörpers sind, — wenn wir von denen absehen, welche einzelnen Organen, wie der Zunge, dem Auge u. dergl. angehören, — theils berechnet auf Bewegung der Glieder des innern Skelets, theils auf solche der äussern Körperbedeckung. Daher man sie in Skeletmuskeln und Hautmuskeln scheidet.

### 1. Hautmuskeln der Wirbelthiere.

Gemeinsam ist allen Hautmuskeln die Insertion in der äussern Haut, während ihr Ursprung verschieden sich verhalten kann, indem sie diesen bald von der Haut, bald aber auch von Theilen des innern Skelets nehmen. Sie sind verschiedenen Leistungen dienstbar, indem sie bald zur Spannung oder Verschiebung grösserer Hautstrecken dienen, wenn ihre Fasern in einer der Fläche der äussern Haut parallelen Richtung verlaufen, bald die Schliessung oder Eröffnung der grössern äussern Körperöffnung (Mund, Nase, After etc.) vermitteln. Im ersteren Falle stellen sie breite hautartige Muskeln dar, deren Fasern in der Richtung liegen, in welcher die Haut

verschoben oder gespannt werden soll. Im andern Falle dagegen sind es schmalere Muskeln, deren Fasern die zu schliessende Oeffnung entweder ringförmig umgeben (Musc. orbiculares s. sphincteres), oder strahlig zu derselben d. h. in einer zum Rande der Oeffnung senkrechten Richtung stehen, was sie zur Erweiterung befähigt (Musculi dilatatores).

Die Hautverschiebungen werden sehr verschieden verwerthet. Im Grossen und Ganzen werden sie aber meistens in der Absicht ausgeführt, um gegen belästigende oder schädliche Einflüsse zu schützen, derselben sich zu entledigen, wie z. B. gegen lästige Insekten, welche durch die rasche schüttelnde Bewegung der Haut verscheucht werden. In andern Fällen wirken die Hautmuskeln auf die Stellung der hornigen Oberhautgebilde, auf die Haare, Borsten, Stacheln, Federn und Schuppen ein, die durch sie aufgerichtet oder ausgebreitet, oder nieder- und zusammengelegt werden, was bald, wie das Sichaufstellen der Haare und Borsten, eine gewisse psychische Erregung (wie Zorn, Schreck u. dgl.) oder eine erregte Aufmerksamkeit auf äussere sichtbar gewordene Objekte kund gibt, bald wie das Aufrichten von Stacheln zum Schutze gegen feindliche Angriffe, bald wie das Ausbreiten der Schwungfedern der Flügel und der Steuerfedern des Schwanzes der Vögel, sowie die Bewegung der Bauchschuppen der Schlangen zur Unterstützung der Locomotion verwerthet wird.

Die Hautmuskeln können natürlich nur da zu einer grösseren Ausbildung gelangen, wo die äussere Haut weich und beweglich ist, während sie bei denjenigen Thieren, deren Haut unbewegbar und mit Schuppenbildungen überdeckt ist, entweder nur rudimentär sind oder ganz fehlen. So lässt es sich begreifen, dass den Fischen Hautmuskeln ganz abgehen und auch bei den beschuppten Amphibien nur zu einer geringen Ausbildung gelangen. Mehr schon kommen sie bei den, eine weiche Körperbedeckung tragenden nackten Amphibien, vor allen aber bei den Vögeln und Säugethieren zu einer besonderen Geltung.

Bei den Säugethieren gelangen sie zu ganz besonderer Ausbildung. Die Bewegung der äussern Haut hat hier meistens eine schützende Bedeutung, indem durch die oft rasch hinter einander folgenden Verschiebungen einer Hautpartie die aufsitzenden quälenden Insekten verscheucht werden, oder dadurch, dass die ganze, mit Schuppen oder Stacheln bewaffnete Rumpfhaut, wie ein Panzer, den Kopf und die Gliedmassen des sich kuglich zusammenrollenden Thieres schützend umgibt. Beim Gürtelthier, dem Ameisenigel und beim gewöhnlichen Igel (Fig. 517) ist diese Hautmuskulatur daher am stärksten entwickelt. Beim Igel deckt der Hauptmuskel (Fig. 518) kappenartig die ganze Rückseite des Körpers, vom Schwanzbezirke bis zum Hinterhaupt. Von dieser sog. Kappe (*Cucullus*) gehen Portionen peripherisch nach hinten, seitlich und nach vorn ab, die sich am




Fig. 517. Gemeinsamer Rumpfhautmuskel (*ct*) des Igels in einem gerollten Zustande des Thieres.

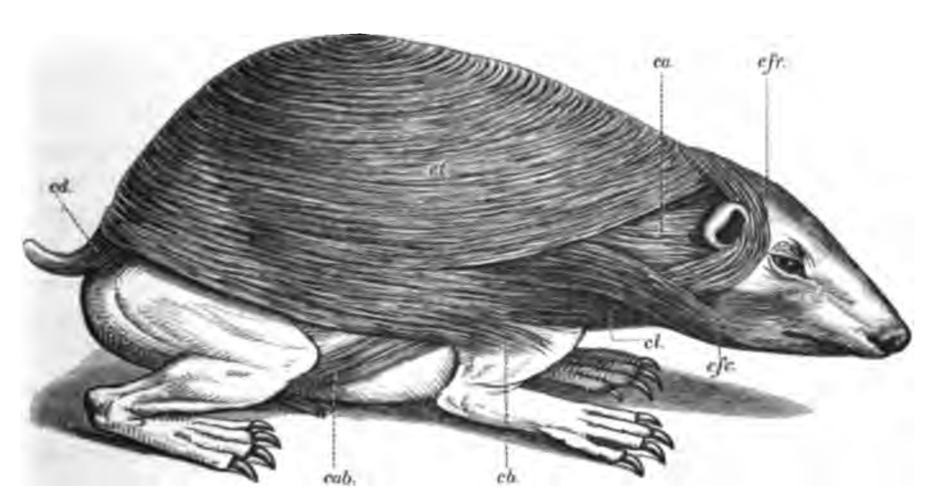



Fig. 518. Hautmuskel des Igels (*Erinaceus europaeus*). *ct* Gemeinsamer Rumpfhautmuskel. *cfr* Stirnportion. *ca* Ohrportion. *cfc* Antlitzportion. *cl* Halsportion. *cb* Armportion. *ca* Bauchportion, mit dem Praeputium penis in Verbindung stehend. *cd* Schwanzportion.

Schwanz (*cd*), seitlich am Bauche (*cab*) und am Oberarm (*cb*) und vorwärts am Halse (*cl*), am Antlitz (*cfc*), hinter dem Ohre (*ca*) und an der Stirn (*cfr*) befestigen, wodurch die Kappe beim Einrollen des Thieres (Fig. 517) über diese Theile herabgezogen wird. Auch bei andern Säugethieren, bei Cetaceen, Carnivoren und selbst vielen Affen u. a. findet sich ein den Rumpf umschliessender grosser Hautmuskel vor. Bei den Wieder-

käuern und Einhufern (Fig. 519) dagegen ist derselbe in mehrere Einzelmuskeln zerfallen, welche namentlich denjenigen Hautbezirken angehören, welche für den als Fliegenwedel fungirenden Schwanz nicht erreichbar sind.

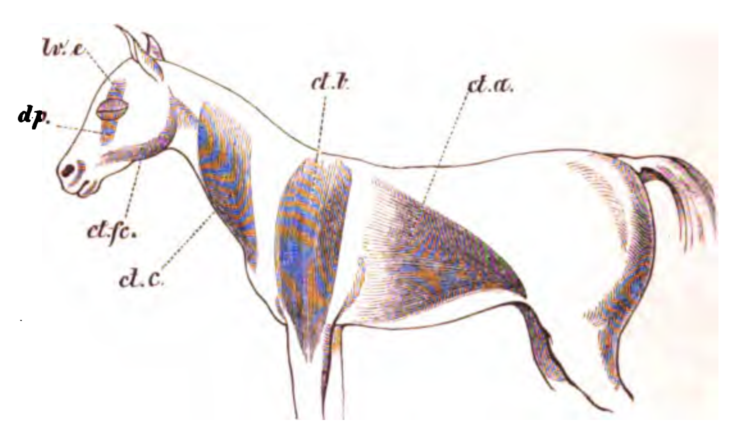



**Fig. 519.** Hautmuskeln des Pferdes (nach Gurlt). *ct.a* Hautmuskel des Bauches. *ct.b* Schulterhautmuskel. *ct.c* Halshautmuskel. *ct.fc* Antlitzhautmuskel. *lv.e* Aeusserer Heber des oberen Augenlides (*Levator palpebrae superioris externus*). *dp* Depressor palpebrae inferioris.

Bei den höchststehenden Affen (Orang-Utang, Gorilla und Chimpansé) ist der Rumpfhautmuskel, wie beim Menschen, noch weiter zurückgebildet und nur sein Halstheil als Platysma myoïdes übrig geblieben.

Gegenüber der weitgehenden Rückbildung, welche die Hautmuskeln des Rumpfes beim Menschen erfahren, ist doch bemerkenswerth hervorzuheben, dass die Hautmuskeln des Kopfes, besonders des Antlitzes, bei ihm eine Entfaltung erlangten, wie bei keinem Wirbelthier, weil sie neben der Beziehung zu den einzelnen Antlitzfunktionen noch bestimmt sind, in Gemeinschaft mit den Bewegungen der Stirn und des Auges den jeweiligen psychischen Erregungen einen äussern vernehmbaren Ausdruck zu geben, sie gleichsam auf dem Antlitze abzuspiegeln.

Den Thieren dagegen fehlt durchweg dieses eigenthümliche Mienenspiel des Gesichtes, das nur unvollkommen durch struppiges Aufrichten der Haare und Borsten des Nackens und Rückens und das Wedeln des Schwanzes mancher Säugethiere, wie auch durch das Aufstellen der Federn des Kopfes und anderer Körpertheile bei vielen Vögeln, wenn sie in eine psychische Erregung versetzt sind, vertreten wird. Daher dieser Theil der Hautmuskulatur bei keinem Thier den Grad der Ausbildung erlangt, als beim Menschen, wenn auch sonst die übrige Hautmuskulatur eine selbst mächtigere Entwicklung, als bei diesem, erreichte.

Auch bei den Vögeln finden sich zur Bewegung der Federn noch ansehnliche Hautmuskeln vor, so namentlich am hintern Theil des Kopfes,

in der Nackengegend, am Halse, unter der Brust und am Bauche. Kleinere Fascikeln von ihnen gehen zu mehreren (4—5) an die Scheide der Federspulen. Die Ausbreitung der Schwanzfedern der Vögel wird durch Muskeln bewirkt, welche vom Skelet ihren Ursprung nehmen. Die Ausbreitung und Zusammenlegung der Schwungfedern der Flügel dagegen wird nicht direkt durch Hautmuskeln, sondern durch Spannung und Erschlaffung der elastischen Haut und der darunter liegenden Fascie bei der Streckung und Beugung des Ellenbogen- und Handgelenkes bewerkstelligt.

Von den nur wenig zur Ausbildung gekommenen Hautmuskeln der beschuppten Amphibien sei hier nur der kleinen Muskeln der Bauchschuppen der Ophidier noch gedacht, welche theils von der Haut selbst, theils von den Rippen kommend, die Schuppen bewegen und dadurch die Locomotion dieser Thiere wesentlich unterstützen.

Bei den nackten Amphibien trifft man nur noch am Antlitze zur Bewegung der Nasenöffnungen und in der Steissgegend Hautmuskeln an, und bei den Fischen endlich sind sie ganz in Wegfall gekommen; ihre Haut ist unbeweglich um den Körper gespannt.

### 2. Skeletmuskeln der Wirbelthiere.

#### a) Allgemeines.

Um die grosse Mannigfaltigkeit der Muskeln bezüglich ihrer Form, ihrer Lage und Verlaufsweise und die Verschiedenheit ihrer Grösse, Länge und Dicke, sowie ihrer Befestigungsweise am Skelet, wie sie solche in einem und demselben Thierkörper darbieten, als auch in den verschiedenen Wirbelthierklassen wahrgenommen werden, zu begreifen, muss man sich Einiges aus der generellen Myologie vergegenwärtigen.

1. Die Muskeln sind meistens zwischen zwei Skeletgliedern ausgespannt, von welchen wenigstens das eine beweglich ist. Durch die Verkürzung des Muskels, d. h. durch die Contraction seiner Fasern, werden seine beiden Enden einander genähert und dadurch die beiden Skeletglieder, an denen sie befestigt sind, einander entgegengeführt. Wenn das eine Skeletglied unbeweglich ist, so wirkt der Muskel nur auf das bewegliche und führt es nach Massgabe der Construktion des Gelenkes, welches beide Skelettheile verbindet, dem beweglichen zu. Welche Bewegung der Muskel im lebenden Körper und in welcher Richtung er sie vollziehe, resultirt daher im Allgemeinen aus seiner Lage und Richtung, die er zu dem beweglichen Theil einnimmt, sowie aus dem Bau des Gelenkes des letztern.

2. Das eine Ende des Muskels, welches am unbeweglichen Theil des Skeletes befestigt ist, stellt seinen Ursprung (*Origo*), das andere seinen Ansatz (*Insertio*) dar. Wo beide Skeletglieder beweglich sind, stellt dasjenige Ende den Ursprung des Muskels dar, welches an demjenigen Skelettheile ansitzt, der unter gewöhnlichen Verhältnissen bei der Wirkung des Muskels unbewegt bleibt (*Punctum fixum*). Hierauf hat man also Rücksicht zu nehmen

wenn es sich darum handelt, festzustellen, für welche Bewegung ein Muskel berechnet sei.

3. Die einen Muskel zusammensetzenden contractilen Fasern sind in der Regel von gleicher Länge und diese derjenigen des Muskels gleich. Wo die Länge der Fasern sehr ungleich zu sein scheint, weil die einen früher endigen als die andern und dadurch letztere über die ersteren oft weit hinausreichen, wird dieses stets dadurch bedingt, dass die Ursprungsfläche nicht eine gleiche Ebene darstellt, vielmehr ein Theil derselben zurücksteht, ein anderer dagegen weiter vorspringt. Die Fasern, welche früher von der Ursprungsfläche abgehen, endigen am Insertionstheil des Muskels auch früher, als die, welche später entspringen. Stellt beispielsweise die Ursprungsfläche einen Kegel dar, so wiederholt auch das von den Enden der Muskelfasern gebildete Muskelende diese Form.

4. Die Kraft, mit welcher ein Skelettheil bewegt wird, steht in gradem Verhältnisse zur Summe der Muskeln, welche die Bewegung bewirken. In gleicher Weise steht die Kraft eines einzelnen Muskels in geradem Verhältnisse zur Summe der contractilen Fasern, aus denen er gebildet ist. Seine Dicke ist das Resultat der Summe seiner Fasern, und die Grösse seines Querschnittes ist bedingt durch die Summe der Querschnitte seiner ihn zusammensetzenden Fasern. Folglich ist die Kraft auch proportional der Grösse seines Querschnittes oder seiner Dicke. Daher da, wo die Bewegung eines bestimmten Körpertheils, z. B. einer Gliedmasse, bei dem einen Thier einen sehr viel grösseren Kraftaufwand erfordert, als bei einem andern, die Muskeln dann auch bedeutend stärker und massiger sind, wie in letzterem Falle. Die ganz ausserordentliche Stärke der Brustmuskulatur bei den Vögeln, gegenüber derjenigen anderer Wirbelthiere, wird hieraus begreiflich. Hiernach hat man auch diejenigen Fälle zu beurtheilen, in welchen Muskeln, die sonst von ansehnlicher Stärke zu sein pflegen, bei einzelnen Thieren schwach sind oder ganz fehlen. Man wird hier stets finden, dass die sonst von ihnen geforderte grössere Leistung nicht mehr nothwendig ist, ein geringeres Mass derselben auch ausreicht oder selbst dieses überflüssig geworden ist.

5. Die Länge der Muskelfasern hat auf die Kraftentwicklung keinen Einfluss, sondern nur auf das Maass der Excursion der Bewegung. Diese ist am Geringsten bei kurzen Muskeln und um so grösser, je länger letztere sind. Daher haben die Muskeln der Gliedmassen eine grössere Länge, als die anderer Körperbezirke, soweit sie Bewegungen ausführen, bei welchen der bewegte Theil eine grosse Exursion macht. Wo bei Thieren diese Verhältnisse der Bewegungen sich ändern, werden auch die Muskeln eine Aenderung erfahren. An der Stelle eines sonst langen Muskels kann dann ein kurzer, und umgekehrt bei einzelnen Thieren angetroffen werden.

Um kurzen Muskeln die Wirkung eines langen und einem langen schmächtigen Muskel die Wirkung eines mehrfach dickeren zu verleihen, wird oft von einem Modus Gebrauch gemacht, der einen kurzen Muskel zu einem langen und einen langen Muskel in eine Anzahl kurzer, die zusammen einen sehr viel dickeren repräsentiren, umwandelt. Die Möglichkeit der Ausführung beruht darauf, dass die Kraft und Dicke eines Muskels durch die Zahl seiner neben einander liegenden contractilen Fasern, die Exursion dagegen durch die Länge der letzteren bedingt ist. Um einem

langen schmächtigen Muskel die Kraft eines vielfach dickeren zu verleihen, wird derselbe der Quere nach mehr oder vielfach sehnig unterbrochen, so dass jeder, zwischen zwei unterbrechenden Sehnen (Zwischensehnen, Inscriptiones tendineae) liegende Abschnitt einen Muskel für sich darstellt, dessen Kraftentwicklung der Zahl seiner Fasern und das Maass seiner Exursion der Länge derselben proportional ist. Die Kraft des ganzen auf diese Weise getheilten Muskels ist gleich der Summe aller in seinem Querschnitt liegenden Fasern, multiplicirt mit der Zahl der Abschnitte, in welche er durch die sehnige Unterbrechungen geschieden ist, so dass sie nicht der Summe der jeweils im Querschnitte liegenden Fasern, sondern der Summe der Querschnitte sämmtlicher Einzelabschnitte des ganzen Muskels proportional ist, somit mit der Zahl der auf solche Weise entstandenen Muskelabtheilungen wächst. Ein solcher Muskel kann noch verhältnissmässig schmächtig sein, und doch eine Kraft entwickeln, welche derjenigen gleich kommt, die sonst nur ein vielfach dickerer zu besitzen pflegt. Wegen seiner geringeren Dicke kann er leicht da Verwendung finden, wo ein dem Maasse seiner Kraftentwicklung entsprechend voluminöserer vielleicht ungeeignet wäre. Er kann zugleich eine ansehnliche Länge erreichen, so dass er auch weit von einander liegende Skelettheile mit einander zu verbinden vermag. Die Exursion des durch ihn bewegten Theils ist demgemäss auch grösser, als diejenige, welche ein Muskel zu bewirken vermag, dessen Fasern nur von der Länge derjenigen sind, welche einem einzelnen Abschnitte angehören. Denn, wie die Kraft eines solchen ganzen Muskels die Kraftsumme der im Querschnitt jenes liegenden Fasern, multiplicirt mit der Zahl seiner Einzelabschnitte, darstellt, so multiplicirt sich auch das Maass der Exursion bei der Bewegung mit der Zahl der letzteren.

Ein allgemein, beim Menschen, wie auch bei den meisten Wirbelthieren, vorkommendes Beispiel dieser Art von Muskeln liefert der Mi. rectus abdominis. Die Seitenmuskulatur der Fische ist nach gleichem Prinzip angelegt, daher auch die enorme Kraftentwicklung derselben begreiflich wird. In einfachster Form kommt dieses Princip bei den Mi. digastrici zur Anwendung.

6. Die S t ä r k e eines Muskels wird n i c h t i m m e r allein durch das Maass der Kraft bedingt, welches von einer bestimmten Bewegung gefordert wird, sondern kann auch durch die A n g r i f f s w e i s e auf das zu bewegende Skeletglied bedingt sein. Die Skelettheile werden meistens nach Art der Hebel bewegt, daher die Grösse der erforderlichen Kraft von der Lage des Angriffs auf den Hebel mit bedingt ist. Näher beim Stützpunkt muss die Kraft grösser sein, als entfernter von demselben. Muskeln, welche nahe an dem Gelenk ihren Angriff machen, müssen desshalb stärker sein für eine bestimmte Bewegung, als solche, welche entfernter von demselben angreifen. Wo daher ein Muskel, der sonst am Ende des zu bewegenden Skeletgliedes ansitzt, nahe am Gelenk desselben seinen Angriff macht, muss derselbe bedeutend stärker sein, als bei ersterer Insertionsweise, und so auch umgekehrt kann er bedeutend schwächer sein, wenn er, statt in der Nähe des Gelenkes, entfernt davon, am Ende des zu bewegenden Hebels, seinen Ansatz nimmt. Abänderungen, welche die Muskeln bei Thieren in dieser Hinsicht erleiden, können sie in einzelnen Fällen sehr unkenntlich machen.

Gegenüber dem obigen Ausspruche (sub. 5), dass die Länge eines Muskels dem Maasse der Exursion, welche die Bewegung des zu bewegenden

Skelettheiles macht, proportional zu sein pflege, — sei, um Missverständniss zu vermeiden, doch hier hervorgehoben, dass dieses **nicht immer** sein muss, indem auch kürzere Muskeln unter gewissen Umständen eine grosse Exursion zu bewirken vermögen. Wenn sie nämlich nahe am Gelenke des zu bewegenden Skelettheiles sich ansetzen und dieser als ein einarmiger Hebel in einem Charnier- oder Kugelgelenk um eine Axe bewegt wird, welche quer durch's Gelenk gehend, rechtwinklich sich mit der Längsaxe des zu bewegenden Skeletgliedes schneidet. Durch solche kürzere Muskeln können lange ersetzt werden, nur müssen sie sehr viel dicker sein, d. h. mehr Muskelfasern enthalten. Die Natur macht indess in der Regel da, wo lange Muskeln anwendbar sind, von diesen Gebrauch, weil sie weniger massig sind als die kürzeren und sonach auch weniger belasten. Nur wo diese Belastung weniger in Betracht kommt, können die kurzen Muskeln mehr in Anwendung gezogen werden.

7. Die **Insertion** eines Muskels ist bedingt durch die Bewegung, auf welche der Muskel berechnet ist, d. h. der Muskel sitzt an demjenigen Skelettheil an, den er bewegen soll. Der **Ursprung** dagegen richtet sich nach den gegebenen Verhältnissen, denen er sich jeweils anpassen muss, d. h. ein Muskel nimmt ihn stets von demjenigen Skelettheil, der für ihn passend liegt. Verschiebt sich die Lage dieses, so kann ihm auch ein anderer dazu dienen. Wenn es sich also um den Nachweis der **Homologie** eines Muskels handelt, kann **nicht der Ursprung**, sondern **nur die Insertion massgebend** sein.

8. Die meisten Muskeln stehen entweder am einen Ende oder an beiden mit **Sehnen** in Verbindung, was davon abhängig ist, ob der Skelettheil mit dem der Muskeln in Verbindung treten soll, seiner Befestigung daran genügende Oberfläche bietet oder nicht. In letzterem Falle setzt er sich durch eine Sehne mit denselben in Verbindung, für die auch eine kleinere Befestigungsfläche genügt. Dies kann sich aber ändern, wo die Form- und Grössenverhältnisse der Knochen Abänderung erleiden. Der Muskel kann die ihm sonst zukommende Sehne verlieren und an beiden Enden fleischig mit den Skelettheilen verbunden sein, und umgekehrt können Muskeln, die sonst unmittelbar mit letzteren in Verbindung stehen, in einzelnen Fällen Sehnen erhalten.

Wo ein Muskel seinen Angriff auf einen entfernter liegenden Skelettheil zu machen hat, ohne dass letzterer einer so grossen Exursion seiner Bewegung bedarf, als wie sie ein Muskel veranlassen würde, der von einer solchen Länge wäre, als die Entfernung der beiden Befestigungspunkte dieselbe bedingte, — da trägt er an seinem Insertionsende eine mehr oder weniger **lange Sehne**, welche ihn bis zum Angriffspunkt verlängert und mit dem entfernter liegenden Skelettheil in Verbindung bringt. Besonders kann dies erforderlich werden, wenn ein Muskel über zwei und mehr Gelenke hinwegzugehen hat, um auf alle diese gleichzeitig seinen Einfluss geltend zu machen. Zugleich wird durch eine solche den Muskel verlängernde Sehne die zu grosse Belastung des entfernteren Skelettheils wesentlich vermindert, was wieder Ersparung von Muskelkraft zur Folge hat. Es wird daher von solcher Einrichtung vorzüglich Gebrauch gemacht: 1) bei den Muskeln, welche die Endglieder der Gliedmassen, die Finger und Zehen zu bewegen haben, und 2) insbesondere an den Muskeln derjenigen Thiere, welche durch die Muskelaction ihren Körper durch die Luft tragen müssen und desshalb jede Verminderung des Körpergewichtes zur Ersparung von Muskelkraft denselben zu Statten kommt.

9. Muskeln, welche Bewegungen nach zwei einander entgegengesetzten Richtungen vermitteln, heissen Antagonisten. Ihre Stärke kann sehr ungleich sein, je nachdem die Bewegung durch die Schwere des zu bewegenden Körpertheils unterstützt oder erschwert wird. Ueberhaupt hängt die Grösse der Kraft, mit welcher eine Bewegung ausgeführt wird, mit davon ab, ob die letztere durch die eigene Schwere des zu tragenden Gliedes noch unterstützt wird, oder umgekehrt durch diese Belastung erschwert wird, indem die Kraft des Muskels auch noch diese zu überwinden hat; daher sind alle Heber von Skelettheilen stärker, als die Herabzieher, die Streckmuskeln des Rückgrates mächtiger, als die Beuger u. dgl. —

### β) Von den Skeletmuskeln der Wirbelthiere im Besondern.

#### a) *Von den Rumpfmuskeln überhaupt und von denen der Säugethiere im Besondern.*

Die Ausbildung der Muskulatur des Rumpfes, wie des Körpers überhaupt, richtet sich im Allgemeinen wesentlich nach der Skeletgrundlage. Daher bei den Säugethieren, deren Rumpfskelet am meisten mit dem des Menschen übereinkommt — die Rumpfmuskeln auch grösstentheils auf diejenigen des Menschen zurückführbar sind. Doch am meisten wird ihre Entwicklung von den Bewegungen beeinflusst, welche sie auszuführen berufen sind. Wo diese sehr einförmig sind, ist die Muskulatur von einfacher und mehr gleichartiger Anordnung, wo sie dagegen eine grössere Mannigfaltigkeit zeigen, tritt an Stelle jener eine, durch Zerfall in eine grössere Zahl verschiedenartiger Einzelmuskeln mehr differenzirte Anordnung auf. Daher bei den Fischen, deren Rumpfbewegungen sehr einförmig sind, wesentlich nur in Seitenbewegungen bestehen, die Rumpfmuskulatur sehr gleichartig ist, während bei den höheren Wirbelthieren, namentlich bei den Säugethieren und dem Menschen, wo die Rumpfbewegungen eine grosse Mannigfaltigkeit entfalten, die Rumpfmuskulatur sich mehr gliedert und in eine grosse Anzahl verschiedenartiger discreter Muskeln sich auflöst, die theils auf die Bewegung der Wirbelsäule und des, dieser aufsitzenden Kopfes, theils auf solche der Wandungen der grossen verceralen Höhlen des Rumpfes, theils auf die Bewegungen der Gliedmassen sich beziehen.

Man kann daher die Muskeln des Rumpfes eintheilen in

1. solche, welche die Wirbelsäule und den dieser aufsitzenden Kopf bewegen — Wirbelmuskeln (*Mi. vertebrales*);
2. solche, welche die Rumpfhöhle umschliessen und einen bewegenden Einfluss auf deren Rauminhalt ausüben — Viscerale Muskeln — und
3. endlich solche, welche vom Rumpfe auf die Gliedmassen übergreifen und zur Bewegung dieser dienen — Gliedermuskeln des Rumpfes. Die Letzteren haben die oberflächlichste Lage am Rumpfe. Ihre

Form, Stärke und Richtung zeigt sich verschieden, da sie theils durch die Kraft, mit welcher die Bewegung erfolgen soll, theils durch die Stellung und Lage bedingt wird, welche die Gliedmasse zum Rumpfe einnimmt. Die für die vorderen Gliedmassen haben vorwiegend transversale Lage, die der hinteren dagegen liegen mehr der Längsaxe des Rumpfes parallel.

Die Muskeln der beiden ersten Abtheilungen, nämlich die Wirbel- und Visceralmuskeln, sind nach Maassgabe der Verschiedenheit der Skeletgrundlage und der Verschiedenheit der Bewegungen, welche die in den Rumpfhöhlen liegenden Organe erfordern, unter sich natürlich sehr verschieden, haben aber doch auch manches Gemeinsame. Für die Bewegungen, welche die Muskeln des Rumpfes bewirken sollen, haben sie einen Zug auszuüben, der theils in der Richtung der Längsaxe des Rumpfes auf die zu bewegenden Theile erfolgt, theils in einer von dieser mehr oder weniger abweichenden schrägen Richtung oder selbst in der Richtung der Queraxe zu erfolgen hat. Daher die Fasern der Muskeln, sowie diese selbst, theils in der Richtung der Längsaxe liegen, theils schräg zu dieser stehen, oder eine quere Lage einnehmen, und dieser gemäss diese Rumpfmuskeln nach Verschiedenheit der Verlaufsrichtung ihrer Fasern in 3 Arten sich unterscheiden lassen, nämlich in

1. grade — Mi. recti — oder Muskeln des Längsfasersystems;
2. schräge — Mi. obliqui — oder Muskeln des Schrägfasersystems;
3. quere — Mi. transversi — oder des Querfasersystems.

Die graden Muskeln sind im Allgemeinen, je nachdem sie an der dorsalen oder ventralen Seite liegen, auf die Streckung oder Beugung des Rumpfes und Verkürzung der Rumpfhöhle in der Richtung ihrer Längsaxe berechnet.

Die Muskeln des Schrägfasersystems vermitteln mehr oder weniger Seitwärtskrümmung oder Drehung und an der Rumpfhöhle Verengerung dieser in der Richtung ihrer schrägen Durchmesser.

Die queren Muskeln endlich sind zur Verengerung der Rumpfhöhle in der Richtung ihrer Queraxe betsimmt.

Der Einfluss, den die verschiedenen Fasersysteme auf die Veränderungen der Raumverhältnisse der Rumpfhöhle, vermöge ihrer Verlaufsrichtung und Lage ausüben können, fällt natürlich da weg, wo die Wandung wegen ihrer Starrheit unbewegbar ist. Daher sie auf die Weiterverhältnisse der Rückgratshöhle keinen Einfluss haben. Nur auf die Visceralhöhle können sie einen solchen geltend machen. Aber auch da wird er wesentlich modificirt, wenn, wie am Thorax dies der Fall ist, knöcherne Skelettheile in die Wandung der Höhle eingelegt sind.

### aa) Muskeln der Wirbelsäule (*Mi. vertebrales*).

Sie werden nur vom Längs- und Schrägfasersystem gebildet. Das Querfasersystem ist bei ihnen nicht vertreten, da der Canal der Wirbelsäule, auf den es allein einwirken könnte, keiner Verengerung fähig ist.

Da die Wirbelsäule, mit Ausnahme des Kreuztheils, der unbeweglich ist, nach verschiedenen Richtungen Bewegungen ausführen kann, nämlich ventralwärts oder nach unten (Abwärtsbeugung), nach oben oder dorsalwärts (Streckung), nach einer und der andern Seite (Seitwärtsbeugung) und selbst Drehbewegung um ihre Längsaxe, und in gleichen Richtungen auch der vorn aufsitzende Kopf bewegbar zu sein pflegt, — so kann man ihre Muskeln scheiden: 1) in obere oder dorsale (Rückenmuskeln), welche ihre dorsale Fläche decken; 2) in untere oder ventrale, welche an ihrer ventralen Seite liegen und 3) in laterale, welche ihren seitlichen Umfang einnehmen. Im Allgemeinen kann man als Regel ansehen, dass diese Muskeln die Wirbelsäule nach derjenigen Seite hin bewegen, an welcher sie liegen. Allein im Einzelnen erleidet diese Regel doch manche Abänderung oder Einschränkung, da die Verlaufsrichtung der Fasern, das Zusammenwirken mit den Muskeln der nachbarlichen oder entgegengesetzten Seite, und endlich die Besonderheiten der Verbindungen der Wirbel untereinander ihren modificirenden Einfluss mehr oder weniger zur Geltung bringen. So können Bewegungen der Wirbelsäule nach gewissen Richtungen, z. B. nach der Seite, zu Stande kommen, die weniger durch Muskeln der gleichen Seite, als vielmehr dadurch vollzogen werden, dass dorsale und ventrale Muskeln auf einer Seite sich associren und gleichzeitig mit einander in Action treten.

#### αα) Dorsale Wirbelmuskeln (*Mi. vertebrales dorsales*).

Sie bedecken die obere (beim Menschen die hintere) Fläche der Wirbelsäule vom Becken bis zum Hinterkopfe. Sie sind theils kurze, tiefliegende, wo sie nur von einem Wirbel zum nächsten, sonach nur über ein Gelenk gehen, theils längere, oberflächlicher gelegene, wo sie über mehrere Wirbel sich ausdehnen, sonach mehrere Gelenke beherrschen (daher auch mehrgelenkige genannt) und entferntere Glieder der Wirbelsäule mit einander verknüpfen.

Je nach ihrer Befestigung zwischen gleichartigen oder ungleichartigen hinter einander liegenden Wirbeltheilen gehören diese Muskeln dem System der Längsfasern oder dem Schrägfasersystem an. Die Befestigung zwischen gleichartigen Theilen der Wirbel bedingt einen mehr oder weniger graden oder der Längsaxe parallelen Verlauf — Mi. vertebrales (dorsales) recti —, dagegen die Verbindung ungleichartiger Wirbeltheile einen zur Längsaxe mehr oder weniger schrägen Faserverlauf — Mi. vertebrales dors. obliqui.

Die Mi. recti scheiden sich, je nachdem sie nur zu gleichen Theilen des nächsten oder aber zu solchem entfernter, vorwärts gelegener Wirbel sich erstrecken, in Mi. recti breves s. intervebrales und in Mi. recti longi. Die erstern, wie die letztern, werden noch weiter nach den Wirbeltheilen benannt, die sie mit einander verbinden. So sind die Mi. recti breves Musculi interspinales, wenn sie zwischen Dornfortsätzen zweier nachbarlicher Wirbel — und Musculi intertransversales, wenn sie zwischen zwei nächststehenden Querfortsätzen ausgespannt sind. In gleicher Weise werden die Mi. recti longi Musculi spinales, wenn die Dornfortsätze — und Mi. transversales, wenn die Querfortsätze, an denen sie befestigt sind, Wirbeln angehören, die mehr oder weniger von einander entfernt liegen.

Die Mi. interspinales zerfallen wieder nach den Regionen der Wirbelsäule in Mi. interspinales, lumbales, dorsales, cervicales et capitis (sonst M. rect. cap. post. min.). Ebenso die Mi. intertransversales in lumbales, dorsales, cervicales et capitis (sonst M. rect. cap. lat.). Auch die Mi. spinales und transversales gliedern sich nach den Abschnitten der Wirbelsäule, die von ihnen bewegt werden sollen.

So zerfallen die Mi. spinales in einen M. spinalis dorsi, spinalis cervicis und spinalis capitis (sonst M. rect. cap. post. mjor.).

Die Mi. transversales setzen den gemeinsamen Rückgratstrecker (*M. extensor dorsi communis s. sacrospinalis*) zusammen, der, von der Rückenseite des Beckens (v. Darm- und Kreuzbein) bis zum Nacken und Hinterkopfe sich erstreckend, in zwei neben einander laufende Portionen, in eine laterale — M. iliocostalis s. sacrolumbalis — und mediane — M. longissimus dorsi — geschieden ist. Jede dieser Portionen gliedert sich auch wieder in mehrere, den zu bewegenden Regionen der Wirbelsäule entsprechende Abtheilungen. So zerfällt der M. iliocostalis in einen Lendentheil (*M. iliocostalis lumborum*), in einen Rückentheil (*M. iliocostalis dorsi*) und einen Halstheil (*M. iliocostalis cervicis*, sonst *M. cervicalis ascendens*). In ähnlicher Weise lassen sich auch am Longissimus dorsi 3 Abschnitte unterscheiden, nämlich ein Rückentheil (*M. longissimus dorsi*), ein Hals- (*Longissinius cervicis*, sonst *M. transversalis cervicis*) und ein Kopftheil (*Longissinius capitis*, sonst *M. trachelomustoïdeus*). — Der Longissinius bildet durch theilweisen Ursprung seines Rückentheils von den Dornfortsätzen der Kreuz- und Lendenwirbel den Uebergang zu den Muskeln der nachfolgenden Gruppe, nämlich zu den Musculi obliqui.

Diese, dem Schrägfasersystem angehörend, sind theils solche, welche von Processus spinosi hinterer Wirbel zu weiter vorwärts liegenden Querfortsätzen oder deren Aequivalenten sich begeben — Mi. obliqui spinosotransversales s. semitransversales —, theils solche, die von hintern Querfortsätzen zu vorwärts gelegenen Dornfortsätzen oder zu diesen gleichwerthigen Theilen gehen — Mi. transversospinosi s. semispinales. — Zu Ersteren gehören der M. splenius (*colli et capitis*) und der M. obliquus capitis inferior an. Mi. transversospinales sind der M.

semispinalis dorsi et cervicis, der Muttifidus spinae, der M. complexus et biventer und M. obliquus capitis superior.

Die Muskeln des Längsfasersystems (*M. irecti*) sind im Allgemeinen Strecker des Rückgrates und des Kopfes und die dem Schrägfasersystem zugehörigen (*Mi. obliqui*) sind ebenso Seitwärtsbeweger und Dreher. Doch ändert sich der Antheil dieser Muskeln an den verschiedenen Bewegungen, je nachdem nur einseitig oder auf beiden Seiten zugleich sie in Thätigkeit sind. Die Mi. recti können zu Seitwärtsbeweger werden, wenn sie einseitig und die Mi. obliqui zu Strecker werden, wenn sie beiderseits zugleich wirken.

ββ) **Ventrale und seitliche Wirbelmuskeln** (*Musculi vertebrales ventrales et laterales*).

Sie sind theils auch für Seitenbewegungen und Drehung, theils für Beugung bestimmt. Sie zerfallen in solche des Halstheils und solche des Lendentheils der Wirbelsäule und gehören dem Längs- und dem Schrägfasersystem an.

Die des Halstheils zerfallen in tiefe und oberflächlich liegende. Zu letzteren gehören der Kopfnicker (*Nutator capitis s. M. sternomast.*), während die ersteren in seitliche und untere sich scheiden. Jene sind die, die Halswirbel seitlich deckenden Rippenhalter (*Mi. scaleni*), diese dagegen bestehen aus den auf der untern Fläche der Halswirbel liegenden Muskeln, 1) dem M. longus colli, 2) dem M. rect. cap. ant. major und 3) dem M. rect. cap. ant. minor.

Zu dem M. sternomastoïdeus, einem vom Manubrium sterni zum Proc. mastoïdeus gespannten Muskel, gesellt sich noch eine vom Cucullaris sich ablösende Portion (*M. cleidomastoïdeus*), welche vom Schlüsselbein zum Warzenfortsatz sich zieht und mit jenem in so innige Verbindung tritt, dass man beide zusammen als einen Muskel (*Nutator capitis s. M. sterno-cleïdomastoïdeus*) aufzufassen pflegt.

Der Sternomastoïdeus ist bei den Säugethieren, mit vielleicht einziger Ausnahme der Robben (nach Meckel), sonst allgemein vorhanden, wenn auch seine Ausbildung grosse Ungleichheit zeigt. Der M. cleidomastoïdeus ist bei den schlüsselbeinlosen Säugethieren meistens vom vorhergehenden getrennt und mit dem Cucullaris verbunden.

Die Muskeln, welche die Seitenbewegung und Beugung des Lendentheils der Wirbelsäule bewirken, sind der M. quadratus lumborum und die beiden Musculi psoae, major et minor. Die Musculi psoae bewirken in Verbindung mit dem Quadratus lumborum Seitenbewegung, wenn sie einseitig in Contraction treten, Beugung dagegen, wenn die beiderseitigen gleichzeitig wirken.

Bei Thieren, die sich hüpfend oder sprungweise bewegen, wie beim Hasen, der Springmaus, dem Känguruh u. a., sind sie von ausnehmender Stärke. Der Psoas minor zeigt in diesem Falle namentlich eine ansehnliche Ausbildung, so dass er, wie z. B. beim Känguruh, den Psoas major selbst um's Mehrfache an Grösse übertrifft. Der Psoas major ist eigentlich Beuger

des Hüftgelenkes. Er wirkt daher nur dann auf die Wirbelsäule, wenn der Oberschenkel, wie beim Stand auf den Füssen, fixirt bleibt.

Zur Beugung des Lendentheils der Wirbelsäule steht noch in wichtiger Beziehung der grade Bauchmuskel (*M. rectus abdom.*), welcher durch seine Befestigung am Becken und Thorax günstig gelagert ist und durch seinen Bau auch befähigt wird, eine viel grössere Kraft zu entwickeln, als man nach Maassgabe seiner Dicke erwarten möchte.

#### γγ) Schwanzmuskeln (*Mi. caudales*).

Die Schwanzmuskulatur ist, je nach der Stärke und Verschiedenheit der Richtung, in welcher die Schwanzbewegungen erfolgen, verschieden ausgebildet, und da natürlich verkümmert, wo das Skelet des Schwanztheils der Wirbelsäule einer gänzlichen Rückbildung anheim fiel. Je nachdem die Bewegungen des Schwanzes bloss nach zwei entgegengesetzten Richtungen oder nach verschiedenen ausgeführt werden sollen, zeigt sich auch seine Muskulatur verschieden. Im ersteren Falle liegen seine Muskeln nur an zwei Seiten, im andern dagegen an allen, oben, unten und seitlich.

Gleich wie die Skeletglieder des Schwanzes nur Modificationen der Wirbelsäule darstellen, so sind auch die Schwanzmuskeln nur modificirte Fortsetzungen der Rückgratmuskulatur. Namentlich gehen die obern Schwanzmuskeln aus den Fortsetzungen der dorsalen Rückgratmuskeln hervor und die untern zeigen nur Wiederholungen der obern.

Wo der Schwanz vielseitig bewegt wird, besitzt er obere Muskeln, welche ihn heben oder aufwärts einrollen, untere, welche ihn senken und beugen, und seitliche, die ihn seitwärts bewegen. Von besonderer Stärke sind diese Muskeln da, wo die Schwanzbewegung zur Unterstützung der Ortsbewegung verwendet wird.

Die Ausbildung der Rückgratmuskulatur zeigt mannigfache Verschiedenheiten, je nach der Grösse der Leistung, die ihr übertragen ist. So lässt sich die grosse Stärke der Nackenmuskeln bei Thieren begreifen, bei welchen der Halstheil der Wirbelsäule mit einem grossen Kopfe oder mit, die Schwere dieses vermehrenden, Hörnern u. dgl. belastet ist, oder mit dem Kopfe kraftvolle Bewegungen zum Aufwühlen der Erde, zum Angriff des Feindes u. dgl. m. auszuführen sind. Ja schon die horizontale Lage der Wirbelsäule macht zum Tragen des vorn aufsitzenden Kopfes einen grössern Aufwand von Muskelkraft erforderlich, als bei der aufrechten Stellung, wenn gleich ein Theil dieser Tragkraft den Muskeln zum Theil abgenommen und einem kräftigen elastischen Bande (*Lig. nuchae*) übertragen wurde.

So wird aber auch da, wo die Bewegungen des Rückgrates wenig ausgebildet sind, wie dies der Fall wird, wenn die Locomotion durch den Flug erfolgt, die Rückgratsmuskulatur mehr verkümmert sein, wie man dies bei den Fledermäusen findet, deren Rückenmuskeln auf wenige schwache Bündel reducirt sind.

bb) Viscerale Muskeln des Rumpfes.

Sie bilden und bewegen die Wandung der visceralen Höhle des Rumpfes, sind also solche, deren Thätigkeit auf die Veränderung der Raumverhältnisse der letzteren berechnet sind. Da bei den Säugethieren die Rumpfhöhle, wie beim Menschen, in Brust- und Bauchhöhle geschieden und die Wandung der ersteren von Rippen gestützt ist, zerfallen die Muskeln in solche, welche auf die Bauchwand und in solche, welche auf die Brustwand ihren bewegenden Einfluss geltend machen. Erstere stellen die Bauchmuskeln (*Mi. abdominales*), letztere die Zwischenrippenmuskeln (*Mi. intercostales*) dar, zwischen welchen beiden Abtheilungen der Rumpfhöhle noch der sie von einander scheidende Zwerchmuskel oder das Zwerchfell (*Diaphragma*) liegt.

Die Bauchmuskeln von breiter, platter Gestalt, sind theils vorn, hinten und oben an den im Umfang der Bauchhöhle liegenden Skelettheilen (Thorax, Becken und Lendentheil der Wirbelsäule), theils unten in der Mittellinie des Bauches (*Linea alba*) von beiden Seiten unter einander verbunden. Sie bilden im Ganzen drei Schichten, deren Fasern theils schräge, theils quer, theils in der Längsrichtung verlaufen. Aus dem Schrägfasersystem werden die beiden äussern Schichten, die schrägen Bauchmuskeln (*Mi. obliqui abdominis*), aus dem Querfasersystem die innere Schichte, der quere Bauchmuskel (*M. transversus abdominis*) jederseits gebildet und das Längsfasersystem wird durch den schmalen platten, graden Bauchmuskel (*M. rectus abdominis*) vertreten, der zwischen die sehnigen ventralen Enden der vorhergehenden, neben der unteren Mittellinie, eingelegt ist. Beide Obliqui und der Transversus bilden durch ihren fleischigen Theil hauptsächlich die Seitenwände des Bauches, während ihr sehniger Theil an der untern Bauchwand liegt. Der Faserverlauf des äussern schrägen Bauchmuskels (*M. obliquus externus*) ist von vorn und aussen nach hinten und innen, der des innern (*M. obliquus internus*) von hinten und aussen nach vorn und innen gerichtet. Der Obliquus externus deckt mit seinem vordern Theil die meisten hintern Rippen, von denen er entspringt. Je grösser die Zahl der Rippen überhaupt ist, um so grösser ist auch die Zahl derjenigen, von denen er entspringt. Beim Faulthier ist er an den zwölf hintern Rippen befestigt und beim Schnabelthier geht er sogar von allen Rippen mit Ausnahme der ersten ab.

Die Sehne des Obliquus externus ist bei all' denjenigen Thieren, deren Hoden nie aus der Bauchhöhle treten, in derselben vielmehr Zeitlebens liegen bleiben (Cetaceen, Schnabelthier, Ameisenfresser, Faulthier, Gürtelthier, Hyrax), vom äussern Leistenring nicht durchbrochen.

Der M. rectus ist, soweit er in der Bauchwand liegt, in eine seh-

nige Scheide aufgenommen, welche von den platten Sehnen der drei seitlichen Bauchmuskeln (der beiden Obliqui und des Transversus) gebildet wird. Sein vorderer Theil aber legt sich neben dem Brustbein auf den Brustkorb und reicht hier meistens, namentlich bei den Carnivoren, mehreren Affen, einigen Beutelthieren, Monotremen u. a., bis zum vordern Theil des Sternums und zur vordersten Rippe, so dass er aussen die Brust in ihrer ganzen Länge deckt. Die ihm eigenen Inscriptiones tendineae sind indess nicht bei allen Säugethieren vorhanden. Sie fehlen bei Ateles, dann dem Marder, Igel, Schnabelthier u. a.

Dem M. rectus schliesst sich noch ein kleiner Muskel — M. pyramidalis abdominis, — der gleichsam nur ein abgelöster Theil jenes ist und neben dessen schmalem Beckenende liegt, an, der vom Schoosbein ausgeht und an dem hintern Theil der Linea alba sich befestigt. Bei seiner geringen Länge kann er nur für die Spannung dieser bestimmt sein. Bei Thieren indess, welche, wie die Beutelthiere und Monotremen, auf dem vorderen Beckenrand einen Beutelknochen tragen, von dem er abgeht, kann er eine ganz bedeutende Ausbildung erlangen und fast bis zum Brustbein reichen.

Diese Bauchmuskeln verengern die Bauchhöhle in der Richtung ihres Faserlaufes, also in der Richtung des Längs-, Quer- und Schrägdurchmessers und üben auf die in ihr liegenden Organe mehr oder weniger einen Druck aus, wodurch die Ausleerungen derselben nach aussen nicht unwesentlich gefördert werden. Bemerkenswerth ist das Vorkommen von Ossificationen im tendinösen Theile des Zwerchfells — des sog. Zwerchfellknochens, — namentlich bei einigen Wiederkäuern (Camel, Lama).

Die Muskeln der Brustwand stellen Wiederholungen oder gleichsam Fortsetzungen der verschiedenen Fasersysteme der Bauchwand dar. Am vollständigsten ist das Schrägfasersystem vertreten, das, dem M. obliquus externus und internus entsprechend, auch zwei Schichten bildet, deren Fasern die gleiche Verlaufsrichtung haben, wie dort, aber durch die eingelagerten Rippen knöchern unterbrochen werden und dadurch in so viele Einzelmuskeln — Mi. intercostales — zerfallen, als Zwischenrippenräume vorhanden sind. Die äussere, dem M. obliquus externus homologe Schrägfaserschichte — Mi. intercostales externi — setzt sich auch auf die nachbarlichen Skeletbezirke und auf die Wirbelsäule fort, um theils auch daran für ihre Einwirkung auf die Rippen feste Punkte zu gewinnen, theils aber auch, um umgekehrt sich einen bewegenden Einfluss auf die Wirbelsäule unter gewissen Umständen zu ermöglichen. Die Musculi levatores costarum und die Mi. scaleni, die den Uebergang zu den Wirbelmuskeln bilden, können wohl als ihnen zugehörige Muskeln angesehen werden. Das dem Transversus abdominis entsprechende Querfasersystem ist an der Brustwand nur unvollkommen zur Ausbildung gelangt.

da das Thoraxskelet es ihm unmöglich machte, in der gleichen Weise, als am Bauche seinen verengernden Einfluss auf die Höhle des letzteren zur Geltung zu bringen, und wäre wohl ganz in Wegfall gekommen, wenn es nicht auch, gleich dem Schrägfasersystem, zur Bewegung der Rippen Verwendung gefunden hätte. Es ist durch den an der Innenfläche der Brustwand, neben dem Brustbein liegenden s. g. M. triangularis sterni repräsentirt.

Das Längsfasersystem kam endlich ganz in Wegfall, in so weit nämlich, als es einen bewegenden Factor der Brustwand zu bilden hätte. Die Verlängerung des Rectus abdominis über die Brustwand hinweg bis zum vordern Ende derselben, hat keine Beziehung zu den Bewegungen, welche die Glieder der letzteren ausführen. Nur ausnahmsweise als Muskelanomalie kann ein Rectus sterni vorkommen, der aber auch keinen Einfluss auf die Brustwand ausübt.

Die Wirkung der den Mi. obliqui abdominis homologen Mi. intercostales ist durch die den Lauf ihrer Fasern unterbrechenden Rippen eine andere geworden, als die der schrägen Bauchmuskeln. Sie vermögen, da sie zwischen den Rippen befestigt sind, nur diese zu bewegen. Nach welcher Richtung, ob nach vorn oder nach hinten, — das hängt wesentlich davon ab, nach welcher Richtung dieselben bewegbar sind. Sollen sie nun nur nach einer Richtung bewegt werden, so ist dies unmöglich, wenn sie nach der entgegengesetzten Richtung festgehalten werden. Dies geschieht, indem die erste durch die Scaleni, oder die letzte durch den Quadratus lumborum befestigt wird. Sollen nun die Rippen abdominalwärts bewegt werden, — was Verengerung der Brusthöhle zur Folge hat, — so geschieht dies durch Contraction der Intercostales dann, wenn die letzte Rippe durch den Quadratus lumborum fixirt wird. Sollen sie aber cervicalwärts bewegt werden — was die Brusthöhle erweitert — so geschieht dies durch die gleichen Muskeln, nur muss die letzte Rippe beweglich bleiben und die erste durch die Scaleni festgehalten werden. So wurden diese Muskeln für Bewegungen nach zwei entgegengesetzten Richtungen verwendbar.

An diese Muskeln der Rippen, deren Bewegungen hauptsächlich im Dienste der Athemthätigkeit stehen, muss man noch andere anschliessen, welche einerseits am dorsalen Umfang des Thorax, andererseits an seinem ventralen, aussen auf den Rippen aufliegend, theils oben von der Rückengräte, theils unten vom Schultergürtel ihren Ausgang nehmen und an eine Anzahl von Rippen sich befestigen. Es sind dies der ventralseitig liegende M. pectoralis minor und die dorsalseitig liegenden Mi. serrati postici, anterior (s. superior) und posterior (s. inferior). Letztere gehen von den Dornfortsätzen transversal über den gemeinsamen Rückgratsstrecker zu den Rippen (mit Ausschluss der 2—3 vordersten). Der vordere setzt sich von vorn, der hintere von hinten an die Rippe, so dass ersterer die Rippen zu heben, letzterer dieselben zu senken vermag.

Statt dieser beiden Muskeln, die, wie beim Menschen, auch bei Affen, Wiederkäuern, Einhufern, Fledermäusen u. a. angetroffen werden, findet sich bei den meisten Säugethieren nur ein einfacher Muskel (*M. serratus posticus*) vor, der aber mächtiger zu sein pflegt, als jene beiden zusammen und diese zu vertreten bestimmt zu sein scheint. Bei einzelnen Thieren (Hyrax, Hystrix cristata u. a.) kann dieser zu sehr ansehnlicher Ausbildung gelangen, indem er dann an allen Rippen, mit Ausnahme der 2—3 vordersten, sich ansetzt. Ob dieser Muskel durch Zusammenfliessen der beiden sonst getrennten Serrati postici zu einem Muskel oder durch Wegfall des Serratus post. inferior und überwiegende Verbreiterung des Superior bedingt sei, bleibt zweifelhaft. Aber letztere Annahme hat grössere Wahrscheinlichkeit, weil seine zu den hintersten Rippen gehende Zacken an diese nicht nach Art derjenigen des Serrat. post. inf., nämlich von hinten, sondern von vorn, also nach Art des sonstigen Serratus post. superior, sich ansetzen, er also in seiner ganzen Ausdehnung, gleich dem letzteren, Hebung der Rippen bewirkt.

Der M. pectoralis minor und diese Serrati postici sind indess keine typischen Visceralmuskeln, sondern aus Ablösungen tieferer Schichten des Pectoralis major und Latissimus dorsi hervorgegangen. Beim Pectoralis minor ist dies wohl unzweifelhaft. Daher auch bei den Thieren, die einen solchen besitzen, er nicht, wie beim Menschen, am Schulterhaken, sondern, gleich dem Pectoralis major, am Oberarm sich zu befestigen pflegt.

### cc) Viscerale Muskeln des Halses.

An die visceralen Muskeln der Wände der Bauch- und Brusthöhle schliessen sich noch Muskeln an, die, wenn sie auch nicht, wie jene, Höhlenwände bilden, so doch auf Eingeweide einen gewissen bewegenden Einfluss ausüben und sonach in die gleiche Categorie gehören. Es sind dies die visceralen Muskeln des Halses, welche durch ihre Bewegungen zu den Eingeweiden des Halses in näherer Beziehung stehen. Man kann sie in Mi. thoraco-hyoïdei und cephalo-hyoïdei scheiden. Erstere gehen vom Brustbein und der ersten Rippe oder selbst auch von dem nachbarlichen Schulterhaken zum Zungenbein; letztere kommen vom Unterkiefer und dem Griffelfortsatze. Jene sind die Mi. sterno-hyoïdei, Mi. sterno-thyroïdei, in Verbindung mit den thyreo-hyoïdei, und die Mi. omo-hyoïdei, — diese dagegen die Mi. genio-hyoïdei, mylo-hyoïdei und stylo-hyoïdei.

Die Mi. sterno-hyoïdei und sterno-thyroïdei mit den thyreo-hyoïdei, sowie die genio-hyoïdei können als Wiederholungen der Muskeln des Längsfasersystems der Visceralwände, des Rectus abdominis, angesehen werden, was daraus namentlich hervorgeht, dass bei niedern Wirbelthieren, bei denen kein ventraler Thoraxschluss besteht, oder das Brustbein, das

auch bei mangelnden oder verkümmerten Rippen vorhanden sein kann, — schwach entwickelt ist, die Mi. recti abdominis vom Becken bis zum Zungenbein, ja selbst bis zum Unterkiefer sich ausdehnen.

Der M. omo-hyoïdeus der hintern Muskelgruppe des Zungenbeins und der Mylo- und Stylohyoïdeus der vorderen Gruppe scheinen dem Schrägfasersystem eingereiht werden zu dürfen. Bemerkenswerth ist, dass bei den Delphinen und wahrscheinlich bei allen Cetaceen noch ein M. occipito-thyreoïdeus vorkommt, welcher durch Hebung des Kehlkopfes dessen schnabelförmige Verlängerung tiefer in die hintere Nasenöffnung eintreten lässt.

### b) *Rumpfmuskeln der Vögel.*

Da bei den Vögeln die Bewegungen doch im Ganzen viel gleichartiger erfolgen, als bei den Säugethieren, zeigt auch die Muskulatur nicht die grosse Mannichfaltigkeit in der Anordnung, als bei diesen; es macht sich viel mehr Beständigkeit bemerklich. Nur wenige Vögel, wie namentlich die nicht fliegenden straussartigen und besonders die Pinguinen zeigen auffälligere Abweichungen von dem allgemeinen Typus.

#### aa) Muskeln der Wirbelsäule.

Da bei den Vögeln nur der Hals- und Schwanztheil beweglich ist, der Brusttheil nur wenig und der Lendentheil, der in's Becken aufgegangen, ganz unbeweglich ist, so findet sich nur für beide erstere bewegliche Abtheilungen eine besondere Muskulatur vor, während die Muskeln für die andere Abtheilung entweder ganz fehlen, oder so verkümmert sind, dass man von ihrer Erörterung ganz absehen kann.

Die Muskeln des Halses lassen sich im Ganzen auf diejenigen des Halstheiles der Wirbelsäule der Säugethiere und des Menschen zurückführen. Die Muskulatur ist indess hier sehr gegliedert wegen der mannigfaltigen Bewegungen, welche der Hals und Kopf auszuführen fähig ist. Aber die Muskeln sind schwächlich und gracil, da die Bewegungen keinen grossen Kraftaufwand erfordern, was den Vögeln auch wieder insoweit sehr zu statten kommt, als dadurch der Hals nicht sehr belastet wird. Wo die Bewegungen kraftvoll werden, können einzelne Muskeln eine grössere Ausbildung erlangen, wie z. B. der Longus colli bei Taucher- und andern Vögeln. Bei den Pinguinen sind die Halsmuskeln der verticalen Stellung des Rumpfes und der ansehnlichen Grösse des Kopfes wegen verhältnissmässig ansehnlicher, als bei andern Vögeln.

Die Schwanzmuskeln liegen theils auf dessen dorsaler Fläche, theils an der untern, theils seitlich. Ihren Ursprung nehmen sie von den Skelettheilen des Beckens und setzen sich theils an die Schwanzwirbel, theils an

die von ihnen getragenen Steuerfedern an. Je nach ihrer Lage und Richtung richten sie den Schwanz auf, senken ihn oder bewegen denselben seitwärts. Die letzteren sind zahlreicher, als die ersteren. Einer von den Seitenmuskeln, der vom Schoosbein zur äussersten der auf dem letzten Schwanzwirbel aufsitzenden Steuerfedern sich begibt und diese nach der Seite bewegt, ist es vorzüglich, der in Verbindung mit dem gleichen der andern Seite das fächerförmige Ausbreiten der Federn des Schwanzes beim Pfau, Puter, Fasan u. a. bewirkt.

### bb) Viscerale Rumpfmuskeln der Vögel.

Die Bauchmuskeln, schwächer ausgebildet, kommen zwar im Allgemeinen bezüglich ihrer Anordnung mit denen der Säugethiere überein. Allein sie sind wegen der Grösse des Brustbeins von geringerer Ausdehnung. Auch ist ihre Entwicklung schwächlicher und können einzelne selbst ganz in Wegfall kommen. So fehlen ziemlich allgemein, mit Ausnahme der Struthionen, die Mi. pyramidales; den Raben fehlt der Transversus und dem Strauss der Obliquus internus. Nur der Obliquus externus und Rectus scheinen ganz beständig zu sein. Der letztere ist bisweilen nicht an das Schoosbein befestigt, sondern fliesst mit dem Schliessmuskel der Cloake zusammen. Dem Rectus fehlen die Inscriptiones tendineae, was indess nicht auffallen kann, wenn man erwägt, dass bei der Unbeugsamkeit des Brust- und Lendentheils der Wirbelsäule er nicht in ähnlicher Weise, als bei den Säugethieren, auf die Beugung der Wirbelsäule einzuwirken braucht, also auch nicht der Mittel bedarf, wodurch seine Wirkung erhöht wird.

Die Muskeln der Brustwand kommen auch im Allgemeinen mit denen der Säugethiere überein. Wie bei diesen, sind es auch hier hauptsächlich Mi. intercostales externi et interni, welche die Rippenbewegungen vermitteln. An sie schliessen sich auch noch Levatores costarum, von denen der zur vordersten Rippe gehende am stärksten zu sein pflegt. Auch ein Scalenus ist vorhanden; dagegen pflegen die übrigen Visceralmuskeln der Brust allgemein zu fehlen. Auch das Zwerchfell ist verkümmert, grösstentheils sehnig, und besitzt nur einige von den Rippen kommende fleischige Ursprünge, welche nicht in der Mittellinie sich vereinigen. Seine sehnige Ausbreitung schlägt sich über die abdominale Fläche der Lunge, ohne jedoch ein queres Septum zwischen Brust und Bauch zu bilden.

Nur bei Apterix hat das Zwerchfell noch Aehnlichkeit mit dem der Säugethiere, indem es die Lungen von den Bauchorganen scheidet, jedoch das Herz noch durch eine Apertur in die Bauchhöhle, zwischen die Leberlappen, hineinragen lässt.

Die visceralen Muskeln des Halses sind theils Heber des Kehlkopfes und der Luftröhre (*Mi. hyotrachealis*, *hyothyreoïdeus* und *thyreotrachealis*), — theils Herabzieher dieser Theile (*Mi. sterno-trachealis* und *furculo-trachealis*). Letztere stehen namentlich zur Stimmfunction des unteren Kehlkopfes in nähere Beziehung (vergl. S. 236).

c) *Rumpfmuskeln der Amphibien.*

Die Muskeln, welche zur Bewegung der Wirbelsäule dienen — Wirbelmuskeln — lassen bei den beschuppten Amphibien, namentlich bei den Sauriern und Krokodilen, noch mehr oder weniger die Anordnung durchblicken, die ihnen bei den höheren Thieren zu Grunde liegt, obschon wegen der einförmigeren Bewegungen manche nicht unbeträchtliche Reductionen eingetreten sind und grössere Vereinfachung Platz gegriffen hat.

Die dorsale Muskulatur der Wirbelsäule lässt noch die Gliederung in Sacrospinalis, Spinalis, Semispinalis, Multifidus etc. erkennen. Auch Musculi interspinales, intertransversales, sowie hintere kleine Kopfmuskeln (*Recti et Obliqui cap. postici*) finden sich vor. In gleicher Weise lassen sich auch untere und seitliche Muskeln der Wirbelsäule, Mi. recti antici, Longus colli, Scaleni, Psoas und Quadratus lumborum der höheren Wirbelthiere mehr oder weniger auch hier wieder nachweisen. Nur zeigen die Muskeln der Wirbelsäule, besonders die Rückenmuskeln, häufig sehnige Unterbrechungen, was aber auch zugleich auf grössere Kraft hinweist, mit welcher die Bewegungen ausgeführt werden. Namentlich findet man diese Anordnung an den Muskeln des Schwanzes, wo die Zahl der unterbrechenden Sehnenblätter der Zahl der Schwanzwirbel gleichkommt und die Fasern der zwischen jenen liegenden Muskelsegmente gerade, in der Richtung der Längsaxe, laufen, die tieferen zwischen gleichen Wirbeltheilen befestigt sind, die oberflächlichen von einem Sehnenblatt zum andern sich spannen. Da die Bewegungen des Schwanzes hauptsächlich oder ausschliesslich seitwärts stattfinden, liegen diese Muskelmassen auch vorzüglich zu beiden Seiten. Ueberhaupt richtet sich, wie anderwärts, so auch hier die Ausbildung der Muskulatur nach dem Skelet, nach der Construction seiner Gelenke und der durch sie bedingten Beweglichkeit.

Wo die Skelettheile derart angeordnet und ihre Gelenkverbindungen so eingerichtet sind, dass Bewegungen nach einzelnen Richtungen erschwert oder gar verhindert sind, fehlen natürlich auch die Muskeln, welche solche vermitteln sollten, oder sie sind sehr verkümmert. So ist bei den Schlangen, in Folge der Anordnung der Wirbelgelenke (vergl. S. 345), die Dorsalbeugung der Wirbelsäule nahezu ganz verhindert, dagegen um so freier die Seitenkrümmung gestattet. Daher die seitwärts bewegende Muskulatur auch vornehmlich stark ist und die dorsale hauptsächlich nur zum Dienste bei den Seitenbewegungen verwendet wird. In gleicher Weise verhält es sich beim Krokodil, dessen Hals in Folge der Form und Verbindungsweise seiner Hals-

wirbel nur sehr wenig nach der Seite bewegbar ist, in Folge dessen die dorsale Halsmuskulatur bedeutender über die seitliche prävalirt und letztere für die Unterstützung der übrigen Bewegungen verwendet wird.

Wo Bewegungen in Folge der Verwachsung der Skelettheile absolut unmöglich werden, fallen natürlich die sonst sie bewegenden Muskeln ganz weg. Daher bei Cheloniern nur der Hals und Schwanz mit kräftiger Muskulatur ausgerüstet sind, während die für den übrigen Theil des Rückgrates mangeln.

Die visceralen Muskeln der Amphibien zeigen eine sehr verschiedene Ausbildung, was theils von der Entwicklung der die Rumpfhöhle umlagernden Skelettheile, theils von der Bewegungsweise des Rumpfes und seiner Glieder bedingt wird. Bei den Schlangen, bei denen sie an der ventralen und Seitenbeugung grossen Antheil nehmen, sind sie von ganz besonders mächtiger Ausbildung und in eine grössere Anzahl von Schichten zerfallend.

Die Bauchmuskeln decken bei rippenlosen Thieren auch einen grossen Theil der Brust. Die den einzelnen Seitenbauchmuskeln entsprechenden lassen sich mehr oder weniger deutlich als die rein typischen Mi. obliquus externus, internus und transversus noch unterscheiden, zeigen aber manche Abänderungen, wie Vermehrung der Muskelschichten und Auftreten von Inscriptiones tendineae; erstere findet man namentlich bei den Sauriern und Ophidiern. Bei den Cheloniern und den nackten Amphibien hingegen pflegen sie schwächlich zu sein, ja es kann selbst der eine oder der andere der Obliqui fehlen. Der Transversus und Rectus abdominis ist meistens vorhanden. Nur fehlt der erstere den Schlangen und letzterer den Cheloniern. Der Rectus ist gewöhnlich mit Inscriptiones tendineae versehen, die bei einzelnen Thieren (Krokodil) verknöchern können und dann die sog. Bauchrippen darstellen. Es ist aber unrichtig, die Recti desshalb den Mi. intercostales homolog zu halten, wie dies von einigen Zootomen geschieht. Die Letztern stellen nicht den Brusttheil der Recti, sondern den der Obliqui abdominis dar.

Wo das Thoraxgerüst fehlt, oder das Brustbein nur schwach entwickelt ist (Salamandrinen), dehnen sich die Mi. recti auch über die Brust bis zum Zungenbein und selbst bis zum Unterkiefer aus und vertreten dann die visceralen Muskeln des Halses (Mi. sternothyoïdei, sternothyreoïdei mit den thyreohyoïdei und geniohyoïdei). Die Mi. intercostales verhalten sich im Allgemeinen wie bei den höheren Thieren; sie sind die durch Rippen unterbrochenen Brustabschnitte der Mi. obliqui. Wo sie, wie dies bei den rippenlosen Amphibien der Fall ist, fehlen, da wird die Brust von Bauchmuskeln umgeben.

Ein Zwerchfell fehlt entweder ganz oder sind nur schwache Reste von demselben noch vorhanden, da Brust- und Bauchhöhle nicht von ein-

ander geschieden sind. Am deutlichsten finden sich solche bei den Cheloniern noch vor, wo sie in einer Muskelschichte bestehen, die von Wirbelkörpern und den rippenartigen Querfortsätzen entspringen und sich an die Lungen und an das die letztern umschliessende Bauchfell anlegen. Bei Pipa findet sich ein ähnlicher Muskel vor und bei den übrigen nackten Amphibien bestehen die Zwerchfellreste in Muskelbündeln, welche die Speiseröhre umfassen.

d) *Rumpfmuskeln der Fische.*

Da die Rumpfbewegungen der Fische, wenngleich sie äusserst kraftvoll vollzogen werden, doch die grösste Einförmigkeit zeigen, indem sie nur in Seitenkrümmungen, Seitwärtsbeugung bestehen, — so ist auch die Rumpfmuskulatur derselben zu einem solchen Grade von Einfachheit und Gleichartigkeit herabgesunken, dass sämmtliche, bei den höheren Thieren so different zu einander sich verhaltende Muskelgruppen der verschiedenen Rumpfbezirke, jederseits zu einer gemeinsamen Muskelmasse gleichsam zusammenfliessend, in einen gemeinsamen Muskel aufgingen.

Diese, die ganze Seite des Rumpfes, vom Schwanze bis zum Kopfe einnehmende Muskelmasse, die s. g. Seitenmuskeln (*Mi. laterales*) — bedecken ebensowohl die Wirbelsäule, als auch die Wandung der Rumpfhöhle, sind von ansehnlicher Stärke und bestehen in ihrer ganzen Dicke sehr gleichartig nur aus geraden, der Längsaxe parallel laufenden Fasern, die in mächtigen Lagen über einander geschichtet sind, aber nicht ununterbrochen vom hintern bis zum vorderen Rumpfende sich erstrecken, sondern durch quere Sehnenblätter, gleichsam Zwischensehnen, — die senkrecht auf den Wirbeln und Rippen aufsitzen, mit den Flächen vor- und rückwärts sehen, — in Segmente geschieden sind, deren Zahl derjenigen der Segmente der Wirbelsäule entspricht. Die parallelen Fasern dieser gleichartigen Muskelsegmente sind jeweils an den einander zugewandten Flächen zweier solcher Sehnenblätter befestigt, haben also an dem einen ihren Ursprung, am andern ihren Ansatz, so dass jeder derartige Muskelabschnitt in so weit einen Muskel für sich darstellt, als derselbe ebensowohl, wie jeder andere discrete Körpermuskel, unabhängig von den andern seine besondere Innervation erhält. Die ganze Summe dieser queren Muskelsegmente, in welche jeder der beiden Seitenmuskeln vom Schwanze bis zum Kopfe zerfällt, repräsentirt also ebenso viele Einzelmuskeln. Daraus wird die grosse Kraftentwicklung begreiflich, mit welcher die Fische ihre Seitenbewegungen vollziehen.

Wenn nun auch, dem Vorstehenden zu Folge, im Allgemeinen die Scheidung von vertebralen und visceralen Muskeln des Rumpfes bei den Fischen sich verwischt hat, so ist doch eine Spur davon in soweit

noch übrig geblieben, als jeder Seitenmuskel noch bei den meisten, namentlich Knochenfischen, in eine dorsale und ventrale Hälfte mehr oder weniger deutlich, oft sogar durch eine Faserplatte, die in der Ebene der Längsaxe der Wirbelsäule liegt, geschieden sich zeigt. Die dorsale Abtheilung vertritt die Stelle der dorsalen Wirbelmuskeln, die ventrale die der visceralen Rumpfmuskeln. Den Intercostalmuskeln sind die tiefsten, zwischen den Rippen liegenden Schichten der ventralen Abtheilung der Seitenmuskeln noch vergleichbar. Eine weitergehende Vergleichung mit der Visceralmuskulatur der höheren Thiere ist jedoch nicht möglich. Nur in einem Falle, nämlich bei den Myxinoïden, hat sich der Charakter der Visceralmuskulatur jener noch erhalten, indem der ventrale Theil des Seitenmuskels bei diesen nicht zur Ausbildung gelangte, vielmehr die Rumpfhöhle noch von den gleichen Muskeln (Mi. obliqui et recti) umschlossen sich zeigt, wie bei den Thieren der vorangehenden höheren Klassen.

Von zwerchfellartigen Muskeln im Innern der Rumpfhöhle, wovon bei den Amphibien noch mehr oder weniger Reste sich vorfanden, fehlen, vielleicht mit Ausnahme der Dipnoï, bei den Fischen auch alle Spuren, was verständlich wird, wenn man erwägt, dass das Zwerchfell nur zur Luftathmung in Beziehung steht und seine Anwesenheit und Entwicklung durch die Anwesenheit der Lungen und die Entwicklung ihrer Thätigkeit bedingt wird.

### γ) Muskulatur der Gliedmassen der Wirbelthiere.

Wie das Skelet der vordern und hintern Gliedmassen sowohl desselben Thieres, als auch verschiedener Wirbelthiere, nach einem gemeinsamen Grundplane angelegt sich zeigte, so lässt sich auch bei der sie bewegenden Muskulatur ein solcher erkennen, der allerdings durch die Verschiedenheit der Bewegungsweise und die mannigfaltigen Modificationen derselben so vielfach abgeändert wird, dass es oft schwer, ja bisweilen selbst ganz unmöglich ist, zu erkennen, welche der Muskeln der vordern oder hintern Gliedmassen desselben Thieres und welche der Thiere verschiedener Gattungen, Ordnungen und Klassen als einander entsprechende zu betrachten seien. Die grosse Freiheit oder Beschränkung gewisser Bewegungen, die Ausbildung oder Verkümmerung der Gelenke, die Gebrauchsweise der Gliedmassen zur Locomotion oder auch zum Ergreifen u. dergl., die Bewegung auf fester Unterlage, wie auf dem Boden oder auf Bäumen, schnelle hüpfende, sprungweise oder träge erfolgende Bewegungen, das Schwimmen im Wasser, die Flugbewegung durch die Luft u. dergl. m. üben einen ebenso modificirenden Einfluss auf die Anordnung der Muskulatur aus, als sie solchen auch auf die Gestaltung der Skeletgrundlage der Gliedmassen geltend machten.

Die Muskeln, welche die Bewegungen der Gliedmassen vermitteln, durch welche diese zu der Dienstleistung befähigt werden, wofür sie berechnet sind, kann man zerfällen: 1) in solche für die Bewegungen der Gliedmassengürtel, 2) in solche für die Bewegungen des Oberarms und Oberschenkels im Schulter- und Hüftgelenk, 3) in die für die Bewegungen des Vorderarms und Unterschenkels, im Ellenbogen- und Kniegelenk, 4) in solche, welche die Drehbewegungen der letztern Abschnitte, 5) in Muskeln, welche die Bewegungen der Hand und des Fusses im Hand- und Fussgelenk und in dem Carpal- und Tarsalgelenke vermitteln, und endlich 6) in Beweger der Finger und Zehen.

Die Muskeln der Gliedmassengürtel sind nur am Schultergürtel vertreten, da der Beckengürtel unbeweglich mit der Wirbelsäule verbunden zu sein pflegt, und bestehen theils aus solchen, welche von der dorsalen, theils aus solchen, welche von der ventralen Fläche des Rumpfes zum Schultergürtel treten. Sie vermögen, zusammen wirkend, den letzteren zu fixiren, einzeln aber in Thätigkeit tretend, ziehen sie die Glieder des Schultergürtels nach der Seite hin, von welcher sie ihren Angriff machen, insbesondere nach vorn und nach hinten. Zu ihnen gehören der M. cucullaris, der M. cleidomastoïdeus, die M. rhomboïdei, der Levator scapulae, Subclavius, Serratus anticus major und Pectoralis minor. Die beiden letzteren stehen, vermöge ihrer Rippenursprünge, auch mit der Bewegung der Brustwand in Beziehung, auf die sie einwirken, wenn das Schulterblatt durch die Muskeln, welche von entgegengesetzter Seite angreifen, fixirt wird. Sie bilden daher den Uebergang der visceralen Muskeln des Rumpfes zu den Gliedermuskeln desselben.

Wie Schulter- und Hüftgelenk einander ähnlich sind, so gleichen sich auch die Bewegungen derselben. Beide vermitteln Vor- und Rückwärtsbewegung der Gliedmasse, Bewegungen, wodurch die beiderseitigen Gliedmassen gegen einander geführt oder von einander entfernt werden, und endlich Rollbewegung um die Längsaxe der Gliedmasse. Allein die Muskeln, welche diese Bewegungen ausführen, haben, wenn auch gewisse Aehnlichkeiten nicht zu verkennen sind, doch in Folge der veränderten Verhältnisse der Skeletgrundlage, der veränderten Leistungen der Gelenke und der Gliedmassen überhaupt, so wenig Uebereinstimmung mit einander, vielmehr so weit gehende Modificationen erfahren, dass eine Vergleichung mit Sicherheit nicht durchführbar ist.

Die Muskeln, welche am Schultergelenke vorwärts bewegen (Deltoïdeus, Coracobrachialis), sind zugleich Heber des Arms, und diejenigen, welche rückwärts bewegen (Pectoralis major, Latissimus dorsi), sind Herabzieher oder Beuger. Die Muskeln dagegen, welche am

Hüftgelenke Heber des Beins sind (*Mi. glutæi*) bewegen die Gliedmasse nicht nach vorn, sondern nach hinten, und die, welche den Schenkel vorwärts bewegen (Psoas major [bisweilen auch der minor] und Iliacus internus) sind Beuger. Die nach gleicher Richtung bewegenden Muskeln verhalten sich demnach an beiden Gliedmassen ganz verschieden.

In ähnlicher Weise steht es mit den Muskeln für die übrigen Bewegungen dieser Gelenke. Die Bewegung des Armes in ventraler Richtung und gegen den anderseitigen wird durch den Pectoralis major, in entgegengesetzter dorsaler Richtung durch den Latissimus dorsi vollzogen. Die Bewegung der Beine gegen einander wird durch die Adductoren mit dem Pectineus vermittelt, während für die Abduction besondere Muskeln nicht vorhanden sind, oder dieselben durch den Tensor fasciae femoris (ein abgelöster Theil des Glutæus maximus) vermittelt wird. Also auch wieder Anordnungen, die nicht einmal eine entfernte Aehnlichkeit zwischen den Muskeln beider Gliedmassen erkennen lassen. Mehr noch gleichen sich die Rollmuskeln beider (am Schultergelenk der Subscapularis, Teres major, Supraspinatus, Infraspinatus nnd Teres minor; am Hüftgelenk der Pyriformis, Obturator internus mit den Gemelli, Obturator externus und Quadratus femoris) in so weit einander, als sie sich an beiden Gliedmassen in einer zur Längsaxe derselben mehr oder weniger rechtwinklichen Stellung befinden. Bezüglich des Ursprungs zerfallen die Muskeln des Schultergelenkes in solche, welche von der ventralen und dorsalen Seite des Rumpfes, und in solche, welche vom Schultergürtel entspringen, während die des Hüftgelenkes nur vom Beckengürtel ihren Ausgang nehmen.

Mehr Anhaltspunkte der Vergleichung gewähren die Muskeln, welche Ellenbogen- und Kniegelenk bewegen. Sie bestehen an beiden aus Beugern und Streckern. Die Beuger des Ellenbogengelenkes kommen theils vom Schultergürtel (*Biceps humeri*), theils vom Oberarmbein (*Brachialis internus*), um sich, wie dies von jenem geschieht, am Radius — Flexor cubiti radialis — oder wie bei diesem es der Fall ist, an der Ulna — Flexor cubiti ulnaris — zu befestigen. Die Beuger des Kniegelenkes haben damit Aehnlichkeit insofern, als sie auch in lange, welche vom Beckengürtel (Semitendinosus, Semimembranosus und Caput longum bicipitis femoris), und kurze, die vom Oberschenkelbein kommen (Caput breve bicipitis) und ebenfalls nach ihrem Ansatz theils an die Fibula in einen Flexor genu fibularis (*Biceps femoris*), theils an die Tibia in Flexores genu tibiales (*Semitendinosus*, *Semimembranosus*) sich trennen lassen.

Auch die Strecker des Ellenbogens und Kniees zeigen Aehnlichkeit mit einander, die selbst vollständiger ist, als bei den Beugern.

Der Strecker des Vorderarmes (*Extensor antibrachii s. Triceps*) bezieht einestheils seinen Ursprung (Caput longum) vom Schultergürtel, anderntheils zwei andere (Caput externum et internum) vom Oberarmbein und setzt sich mit gemeinsamer Sehne an den Hauptknochen des Vorderarms (*Olecranon ulnae*) an. Der entsprechende Muskel des Schenkels ist der Extensor triceps genu, welcher mit einem Theil (Caput longum s. Rectus femoris) vom Beckengürtel, mit zwei andern (Caput externum s. Vastus externus und Caput internum s. Vastus internus) vom Oberschenkelbein entspringt und mit gemeinsamer Sehne an den Hauptknochen des Unterschenkels (*Tuberositas tibiae*) sich inserirt.

Albrecht (Beitrag zur Torsionstheorie u. s. w., Kiel 1875, S. 33) sucht bei der Begründung seiner Theorie der radio-præaxialen Verschiebung der Vorderarmknochen darzulegen, dass an dem Ellenbogen- und Kniegelenk nicht die Beuger des einen den Beugern des andern, — und ebenso die Strecker hier den Streckern dort entsprächen, sondern die Beuger des Ellenbogens (*Biceps et Brachialis internus*) dem gemeinsamen Kniestrecker mit dem Sartorius — und ebenso die Kniebeuger (*Biceps*, *Semitendinosus et Semimembranosus*) dem gemeinsamen Ellenbogenstrecker homolog seien. Allein nicht im Einklang mit den Erfordernissen der Homologie bleibt immerhin auch noch nach der radio-præaxialen Rückverschiebung, dass Beug- und Streckseite des Ellenbogens durch die letztere nicht in die am Knie bestehende Lage restituirt werden, sonach auch die Insertionen derjenigen Muskeln, die als homologe angesehen werden, nach vollzogener Rückenverschiebung demnach nicht an homologe Gelenkseiten zu liegen kommen.

Die Muskulatur für die Drehbewegungen des Radius und der Hand, aus den Pronatoren und Supinatoren bestehend, ist am Unterschenkel durch den Wegfall der Drehgelenke zwischen den Knochen desselben bis auf den, dem Pronator teres homologen M. popliteus, einer gänzlichen Reduction anheimgefallen und letzterer wäre auch noch in Wegfall gekommen, wenn nicht der Unterschenkel im Kniegelenke noch eine, der Pronation entsprechende, schwache Drehbewegung vollführte.

Die Muskeln zur Bewegung der Hand und des Fusses und diejenigen für die Bewegungen der Finger und Zehen (Beugung, Streckung und Lateralbewegung) sind an beiderlei Gliedmassen derart angeordnet, dass ihre Homologie auch nicht der mindesten Schwierigkeit und keinem Zweifel unterliegt.

Die Hand hat zur Vollführung ihrer Streckung den Extensor manus (s. carpi) ulnaris und radialis (welch' letzterer durch Spaltung meistens zu einem Doppelmuskel wird), welchen am Fuss ein Extensor pedis fibularis (*Peronæus parvus*) und tibialis (*Tibialis anticus*) entsprechen. Die Beugung der Hand wird von drei Flexores manus (s. carpi), einem Flexor manus ulnaris, radialis und medius (*Palmaris longus*) vollzogen, welchen am Fusse ein Flexor pedis fibularis (*M. peronæus*)

— durch Spaltung meistens in einen Doppelmuskel, Peronæus longus und brevis, geschieden — einem Flexor pedis tibialis (*Tibialis posticus*) und Flexor medius (*Plantaris*) entspricht. Nur erhält der Unterschenkel zur Verstärkung der Beugung des Fusses (gewöhnlich Streckung desselben genannt) zu den typischen Beugern noch einen sehr starken accessorischen, den M. triceps surae (*Gastrocnemius* u. *Soleus*) mit Ansatz einer starken gemeinsamen Sehne (*Tendo Achillis*) am Fersenbein, für welchen am Vorderarm kein Homologon sich befindet.

Die Muskeln für die Fingerstreckung sind 1) der Extensor digitor communis und 2) die besonders kurzen Fingerstrecker: a) des Daumens (*Extensores pollicis long. et brev.*), b) des Zeigfingers (*Extensor indicis propr.*) und c) des kleinen Fingers (*Extensor digiti minimi propr.*). Dem gemeinsamen Fingerstrecker ist am Fusse der gemeinsame lange Zehenstrecker (*Extensor digitorum comm. long.*), und den kurzen Streckern einzelner Finger ist der Extensor digitor. comm. brevis, der aus Verschmelzung jener hervorging, homolog. Die Beuger der Finger und Zehen gleichen sich noch viel mehr. Die Homologie der Flexores digitor. communes (sublimis et profundus) der Hand und des Flexor digitor. comm. longus et brevis des Fusses, sowie der Flexores pollicis et hallucis und der Mi. lumbricales der Hand und des Fusses lässt auch nicht den mindesten Zweifel ihrer Richtigkeit obwalten. Das Gleiche gilt auch bezüglich der Ab- und Adductores der Finger und Zehen.

Was nun die Abänderung und Verschiedenheit anbelangt, welche die Gliedmassenmuskulatur bei den verschiedenen Thieren einer Klasse und bei denen verschiedener Klassen darbietet, so ist die Mannigfaltigkeit eine so ausserordentlich grosse, dass hier nur das hervorgehoben werden kann, was morphologisch oder für die Charakteristik der Thiere bedeutsam ist.

Bei den Säugethieren kommt die Muskulatur der Gliedmassen noch am meisten mit der menschlichen überein, besonders wo die Pendactylität erhalten ist. Doch völlige Uebereinstimmung mit der des Menschen ist selbst bei den, dem letztern so nahe stehenden Affen nicht vorhanden. Die Bewegungen der Hand sind beschränkter; daher mehr Vereinfachung der Muskeln. Manche beim Menschen selbstständige Fingermuskeln sind hier zu gemeinsamen vereinigt, wie der Extensor poll. longus (der brevis fehlt ohnehin) mit dem Extensor indicis proprius zu einem Daumen, Zeigfinger und Mittelfinger zugleich bewegenden Muskel. Daher dem Affen die Fähigkeit zu einer mimischen Bewegung des Deutens mit dem Zeig-

finger mangelt, letzterer kann nur mit seinen Nachbarn gleichzeitig gestreckt werden.

Bei den übrigen Säugethieren hängen die Verschiedenheiten der Muskulatur der vorderen Gliedmassen theils von Reductionen, welche die Skeletgrundlage und ihre Gelenke erfahren, theils von dem Modus der Bewegung ab. So werden bei den Cetaceen die vorderen Gliedmassen, denen die Gelenke für die Bewegung des Vorderarmes, der Hand und der Finger fehlen, nur durch die gewöhnlichen Schultermuskeln, die vom Schulterblatt, dem Brustbein und dem Rückentheil des Thorax zum Oberarm gehen, im Schultergelenke als Ruder bewegt, während eine, die Glieder des Vorderarms und der Hand bewegende Muskulatur, da diese gelenklos sind, mangelt. Es ist dies eine Anordnung, welche an die Flossenmuskulatur der Fische erinnert. Aehnlich fallen auch bei vielen Thieren (Einhufern, Wiederkäuern, manchen Nagern, Chiropteren u. a.), denen besondere Gelenke für die Pronation und Supination abgehen, ja die beiden Vorderarmknochen selbst verwachsen sind, die Pronatoren und Supinatoren entweder ganz weg oder sind doch sehr rudimentär, und werden dann zur Dienstleistung bei der Beugung des Ellenbogens beigezogen. Wo die Zahl der Finger sich vermindert, bis auf zwei, wie bei den Wiederkäuern, oder selbst auf einen, wie bei den Einhufern, herabsinkt, muss natürlich auch eine entsprechende Reduction und Vereinfachung der Vorderarm- und Handmuskeln eintreten, wofür allerdings die übrig gebliebenen andern auch um so kräftiger sich ausbilden können. Letzteres findet man überhaupt bei all den Muskeln, welchen besondere Kraftleistungen zugewiesen sind. So ist von ungewöhnlicher Stärke und in mehrere Portionen zerfallend der M. pectoralis major bei Thieren, welche die vordere Gliedmasse zum Graben u. dergl. (wie bei Talpa u. a.) oder zur Flugbewegung, wie bei den Chiropteren es der Fall ist, benutzen. Ueberhaupt zeigt die vordere Gliedmasse der letzteren Anordnungen ihrer Muskeln, die nur durch Anpassung an die Flugfunktion bedingt sind. Pronatoren und Supinatoren, welche für die Flugbewegung unverwendbar waren, sind verkümmert und werden ihre Ueberreste nur zur Unterstützung der Beugung und Streckung noch benützt. Auch die ansehnliche Länge der Sehnen der Beuge- und Streckmuskeln der Hand und Finger ist durch Anpassung an die Flugfunktion bedingt.

Aehnliche Verschiedenheiten ergeben sich auch bezüglich der Muskulatur der hinteren Gliedmasse der Säugethiere, für welche im Allgemeinen dasselbe gilt, was für die der vorderen zur Geltung kam. Bei dem Affen zeigt die Anordnung der Muskulatur deutlich, dass diese nicht für den aufrechten Gang bestimmt ist, sondern der Bewegung auf Vieren sich angepasst hat. Die Gefässmuskeln (*Glutæi*) sind daher nicht

stärker als die Schultermuskeln, und die **Kniebeuger** greifen mit ihrer Insertion am Unterschenkel meistens so tief hinab, dass der Schenkel im Kniegelenk nicht ganz grade gestreckt werden kann. Dies ist auch bei andern Thieren, deren Knie nie ganz gestreckt, sondern immer in halber Beugung gehalten ist, der Fall (Robben, Faulthiere u. a.). Wo die Unterschenkelknochen, wie bei **Beutelthieren**, einer rotirenden, der Pronation und Supination des Vorderarms ähnlichen Bewegung fähig sind, findet sich ausser dem **Popliteus**, der einen Pronator schon darstellt, noch ein schräg von der Fibula zur Tibia herabsteigender, dem **Pronator quadratus vergleichbarer Muskel** vor.

Bezüglich der **Fussmuskeln** ist, gegenüber der Anordnung beim Menschen, noch die Besonderheit hervorzuheben, dass der M. **plantaris** in die Plantaraponeurose übergeht und meistens mit dem Zehenbeuger verbunden ist.

---

In der **Gliedmassen-Muskulatur der Vögel** ergeben sich zwar, gegenüber derjenigen der übrigen Wirbelthiere und des Menschen, auch nicht unwesentliche Verschiedenheiten. Aber gleichartiger ist doch ihre Anordnung, weil die Bewegungsweise bei allen Vögeln so ziemlich die gleiche ist. Nur da wird diese Gleichartigkeit gestört, wo, wie bei den Brevipennen, das Flugvermögen fehlt und die Locomotion nur auf fester Unterlage erfolgt.

Die **Muskeln der vordern Gliedmassen** (Fig. 520) sind im Allgemeinen zwar ganz auf die der Säugethiere und des Menschen zurückführbar. Aber die Einrichtung zum Flugwerkzeug hat doch eine Anzahl

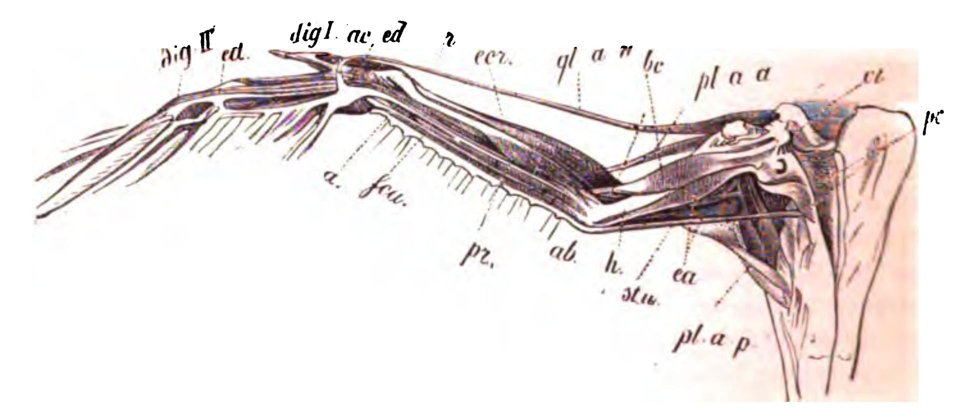



**Fig. 520.** Flügelmuskeln eines **Vogels** (nach C. G. **Carus**). *cl* Vorderes Schlüsselbein (*Furcula*). *h* Unteres Endo des Os humeri. *ab* Ellenbogengelenk. *r* Radius. *u* Ulna. *ac* Handgelenk. *dig.I* Daumen oder kurzer Finger der Hand. *dig.II* Zweiter oder langer Finger derselben. *pc* Brustmuskeln. *bc* Beuger des Ellenbogengelenkes (*Biceps humeri*). *ea* Strecker des Vorderarmes (*Triceps humeri*). *pl.a.p* Spanner der hinteren Flughaut (*Tensor plicae alaris posterioris*). *pl.a.a* Langer Spanner der vorderen Flughaut (*Tensor plicae alaris anterioris longus*). *pl.a.a'* Kurzer Spanner derselben (*Tensor brevis plicae alar. anterioris*). *ecr* Speichenstrecker des Handgelenkes (*Extensor carpi radialis*). *ed* Fingerstrecker (*Extensor dig. com.*) *fcu* Ellenbogenbeuger des Handgelenkes (*Flexor carpi ulnaris*). *st—u* Musculus sterno-ulnaris.

wichtiger Abänderungen im Gefolge gehabt. So gehört hierher die ungewöhnliche Stärke der aus mehreren Lagen und Portionen bestehenden Brustmuskulatur (*Pectoralis major et minor*), deren Masse derjenigen sämmtlicher übriger Körpermuskeln meistens gleichkommt und nur bei den Vögeln wieder schwächer ist, welchen das Flugvermögen, wie den Straussen u. a., abgeht. Ferner sind die Flügelmuskeln kurz und dick, dem Rumpfe möglichst nahe gelegt, um die Gliedmassen nicht zu sehr zu belasten, mit langen Sehnen versehen, durch welche sie auf die entfernteren Skelettheile ihre Einwirkung ausüben. Eigenthümlich sind den Vögeln auch noch die Muskeln, welche vom Schultergürtel und Thorax kommend, die Flughaut spannen (M. patagii s. Tensor plicae alaris anterior et posterior). Besonders eigenartig aber sind die Mechanismen, durch welche gewisse Bewegungen ohne Aufwand von Muskelkraft ausgeführt werden (vergl. S. 397). Auch an den hintern Gliedmassen der Vögel können gewisse Bewegungen des Fusses ausgeführt werden, ohne dass die Thätigkeit besonderer Muskeln dafür in Anspruch genommen wird. Es ist dies die Beugung der Zehen, mit deren Hülfe die Vögel während des Schlafens auf einem Baumaste u. dergl. sich festhalten. Die Beuger der Zehen (*Flexores digitor. comm.*), theils vom untern Ende des Oberschenkelbeins, theils von dem obern Ende des Unterschenkels kommend, werden durch ihre Lage an der Streckseite des Knie- und Fussgelenkes während der Beugung der letztern in der sitzenden Stellung derart gespannt, dass sie einen, die Zehen beugenden Zug auf letzteren in solchem Maasse ausüben, dass durch die hierdurch veranlasste Krümmung der Zehen, diese den Baumast so lange fest umklammert halten, als die durch das Gewicht des Körpers unterhaltene Beugung des Fuss- und Kniegelenkes fortdauert. Diese die Zehenbeuger spannende Wirkung des Knie- und Fussgelenkes kann dadurch noch erhöht werden, dass der Gracilis mit seiner Sehne über die Streckseite des Kniegelenkes nach aussen sich schlägt und mit dem vom Unterschenkel entspringenden Theil des gemeinsamen Zehenbeugers sich verbindet oder weiter unten mit seiner Sehne sich so verbindet, dass die Spannung, in welche auch er bei der Kniebeugung versetzt wird, gleichfalls einen, die Zehen beugenden Zug auf letzteren ausübt. Für die auf Bäumen u. dergl. sich aufhaltenden Vögel war dies eine sehr wichtige Einrichtung, mit deren Hülfe sie sich dem Schlafe überlassen dürfen, ohne herunter zu fallen.

---

Die Muskeln der Amphibien-Gliedmassen lassen zwar auch sehr grosse Verschiedenheiten erkennen. Allein im Ganzen sind sie doch auf diejenigen der höheren Thiere noch zurückführbar. So treten auch

hier von der dorsalen und ventralen Seite des Rumpfes und zum Theil vom Kopf zum Schultergürtel Muskeln, die den letzteren theils vorwärts, theils rückwärts zu ziehen bestimmt sind und, wenn sie auch bei verschiedenen Amphibien sehr verschieden entwickelt sich zeigen, doch den Mi. cucullaris, rhomboïdei und levator scapulae als Schulterheber und Vorwärtszieher, und dem M. pectoralis minor und serratus antic. major als Rückwärtszieher wohl verglichen werden dürfen. So wird auch der Oberarm im Schultergelenk durch Muskeln bewegt, welche denselben vor- und rückwärts, aus- und einwärts ziehen, und dem Deltoïdeus, Supra- und Infraspinatus, Pectoralis major, Coracobrachialis und Latissimus dorsi entsprechen. In gleicher Weise haben auch das Ellenbogengelenk und der Carpus ihre Beuger und Strecker, und die Finger sind mit gemeinschaftlichen Beugern und Streckern sowie auch mit Abductoren und Adductoren ausgerüstet.

Was die Muskeln der hintern Gliedmassen anbelangt, so sind dieselben, obschon die Ausbildung der Skeletgrundlage und ihrer Gelenke, die Bewegungsweise, wie Kriechen, Klettern, Laufen, hüpfende oder sprungweise erfolgende, oder Schwimmbewegung ihren modificirenden Einfluss auch hier ausüben, — doch auch auf die der höheren Thiere zurückführbar. Bemerkenswerth ist die Entwicklung des Wadenmuskels (*Gastrocnemius*) bei den ungeschwänzten Batrachiern, bei denen er, wie beim Menschen, eine Wade bildet, — und der Uebergang der Achillessehne, welche hinter dem Fussgelenk über ein, ihr zur Gelenkrolle dienendes Sesambein läuft, — in die Aponeurosis plantaris.

---

Die Muskulatur der Gliedmassen der Fische ist bei der Einförmigkeit der Bewegung so sehr vereinfacht, dass eine Zurückführung auf den Typus der höheren Wirbelthiere nahezu unmöglich ist. Bezüglich der Muskeln zur Bewegung der unpaaren Flossen ist dies selbstverständlich. Aber auch bei den Muskeln der den Gliedmassen der übrigen Wirbelthiere entsprechenden paarigen Flossen ist eine Vergleichung mit denen der letzteren schon desshalb erschwert, weil der zwischen Hand und Schultergürtel, zwischen Fuss und Beckengürtel liegende Theil der Gliedmasse (Ober- und Vorderarm, Ober- und Unterschenkel) entweder fehlt, oder wo Rudimente davon vorhanden, sie doch ohne Gelenkverbindung sind, und sonach der ganze Muskelcomplex, welcher bei den höheren Thieren die Bewegungen des Vorderarms und Unterschenkels, der Hand und des Fusses, der Finger und Zehen, vermittelt, in Wegfall kommen musste.

Da die Flossen nur als etwas Ganzes, als Ruder bewegbar sind, so

finden sich hierfür nur Muskeln vor, welche von den Flossenträgern (Schulter- und Beckengürtel) zum Basaltheile der Flosse gehen, und die letztere vor- und rückwärts, beziehungsweise auf- und abwärts bewegen. Diese allein können den Schulter- und Hüftmuskeln der höheren Thiere im Allgemeinen verglichen werden, besonders wird man an die Schultermuskeln der Cetaceen hierbei erinnert, ohne dass es jedoch möglich wäre, specielle Homologien nachzuweisen.

Die Muskeln der unpaaren Flossen sind theils kleine oberflächliche, von der Haut entspringende, die paarig beiderseits der Flossenstrahlen liegen und diese seitwärts bewegen, theils tiefere ziemlich lange, von den Seitenmuskeln gedeckte, die paarweise von vorn und hinten die einzelnen Flossenstrahlen angreifen und dieselben vor- und rückwärts bewegen und dadurch die Flossen heben und senken oder ausbreiten und zusammenlegen. Am stärksten ist die Muskulatur an der Schwanzflosse ausgebildet, wo sie die Annäherung und Entfernung der einzelnen Flossenstrahlen und dadurch die fächerartige Ausbreitung der Flosse vermitteln.

Die Muskeln der paarigen Flossen zerfallen in Vor- und Rückwärtszieher, in Heber und Senker. An den Bauchflossen sind es theils eine oberflächliche Lage kleiner, vom Schultergürtel herabkommender Muskeln, die heben, theils eine tiefe Lage, welche sie senken und, zusammenwirkend, die Flosse vorwärts bewegen.

Aehnlich den Vorwärtsziehern verhalten sich die Muskeln, welche die Flosse rückwärts bewegen. Wo die Brustflossen ungewöhnlich stark entwickelt sind, wie bei Trigla, namentlich aber bei dem fliegenden Fisch (*Exocoëtus*) u. a., erhalten diese Muskeln eine bedeutendere Ausbildung. Die ansehnlichste Entwicklung erfahren indess die Bauchflossenmuskeln bei den Plagiostomen, namentlich bei den Rajiden, die durch ihre Brustflossen ähnliche Bewegungen im Wasser vollziehen, um aus der Tiefe in die Höhe und umgekehrt zu gelangen, als die Vögel zu gleichem Zweck mit den Flügeln in der Luft ausführen. Analog der Anordnung der Brustflossenmuskeln ist auch die der Bauchflossen.

#### δ) Muskulatur des Kopfes der Wirbelthiere.

Sie vermittelt theils die Bewegungen der Haut des Schädels und des Antlitzes, nebst den Duplicaturbildungen derselben (Mund- und Nasenöffnungen, Augenlider, äusseres Ohr), theils die Bewegungen der knöchernen Skelettheile (Unterkiefer). Die ersteren bilden beim Menschen besonders den mimischen Hautmuskelapparat, dessen oben bei der Hautmuskulatur schon gedacht wurde, während die letzteren die Kaumuskeln darstellen.

Die Kaumuskeln der Säugethiere weichen nicht wesentlich von

denen des Menschen ab und sind der Masseter, Temporalis, Pterygoïdeus externus und internus, sowie der Digastricus. Ihre Ausbildung ist indess sehr ungleich, je nach der Leistung im einzelnen Falle. Bei den Carnivoren und Robben gewinnt der Temporalis eine ungewöhnliche Stärke und Dicke; bei den Nagern der Masseter, der bei vielen in zwei Portionen zerfällt, von denen eine, die tiefere kleinere, in dem sehr erweiterten Canalis infraorbitalis liegt. Der Digastricus reicht selten bis zum Kinn, ist auch selten zweibäuchig und setzt sich meistens an den Kieferwinkel oder an den untern Rand des Unterkiefers an. Bei manchen Säugethieren (Delphinen, manchen Edentaten, wie Dasypus, Manis, Myrmecophaga) fehlt er sogar, wird aber dann durch einen Musc. sterno-maxillaris ersetzt. Bei andern (Camel, Lama) wird er nur durch letzteren unterstützt. Aehnlich wirkt auch eine Portion des Omohyoïdeus beim Schnabelthier, die dieser an den Unterkiefer absendet.

Bei den Vögeln und Amphibien treten zu den eigentlichen Unterkiefermuskeln noch andere hinzu, welche als Heber des Flügel- und Quadratbeins (*Levator oss. pterygoïd. et quadrati*) und als Zurückzieher des Flügelbeins die Bewegung des Kieferstiels und des beweglichen Oberkiefergerüstes vermitteln. Die Muskeln für die eigentliche Unterkieferbewegung lassen sich mehr oder weniger auf die typischen Kaumuskeln zurückführen, von denen wenigstens der Temporalis der beständigste ist. Anstatt der beiden Pterygoïdei (externus und internus) pflegt nur ein gemeinsamer Flügelmuskel vorhanden zu sein. Nur selten ist derselbe in Pterygoïdeus internus und externus geschieden. Der Digastricus ist allgemein vorhanden, aber nur zum Kieferwinkel oder an einen dort nach hinten vorragenden Fortsatz gehend. Allgemein dient ihm das Hinterhaupt mit dem Nackenbande zum Ursprung. Wo dieser Muskel eine mehr als gewöhnliche Stärke erlangt, wie bei manchen tauchenden Wasservögeln (Cormoran) kann sein Ursprung auch noch durch einen beweglich auf dem Hinterhaupt aufsitzenden Knochenfortsatz unterstützt werden.

Bei den Schlangen, namentlich den weitmäuligen, wird die Zahl der Kiefermuskeln in Folge der Beweglichkeit des Oberkiefergerüstes und der Verschiebbarkeit beider Unterkieferhälften nicht unansehnlich vergrössert und der ganze Muskelapparat mehr complicirt. Die Verschiebung der beiden Unterkieferhälften wird durch zwei Muskeln vollzogen, die kreuzweise über einander liegen und mit ihrem einen Ende an den hintern Theil der einen Unterkieferhälfte und mit ihrem andern am vordern Theil der anderseitigen befestigt sind.

Bei den Fischen zeigen die Kiefermuskeln in Folge der veränderten Skeletgrundlage eine Anordnung, welche ebenso wenig, als die der übrigen Körpermuskeln eine Vergleichung mit denen der höheren Thiere möglich

macht. Die **Bewegung der Kiefer** wird durch **eine grosse Muskelmasse** vollzogen*), welche in mehrere Abtheilungen geschieden, theils vom Gaumengerüst, theils vom Kiefersuspensorium ausgeht und am Ober- und Unterkiefer sich ansetzt. Die an den Unterkiefer gehende Abtheilung ist es wohl, aus welcher bei den höheren Wirbelthieren die typischen Kaumuskeln (Temporalis, Masseter, Pterygoïdei) hervorgehen.

**ε) Muskulatur des Kiemenskelets der Fische und des Zungenbeins der übrigen Wirbelthiere.**

Um während des Athmens das Wasser durch den Mund aufzunehmen, durch die inneren Kiemenspalten in die Kiemenhöhle, zwischen die Kiemen und deren Blättchenreihen, gelangen zu lassen und schliesslich, wenn die letzteren genügend davon umspült sind, durch die äussere Kiemenspalte es wieder auszustossen, — ist das Kiemengerüst der **Fische** mit einer grösseren Zahl discreter Muskeln ausgestattet, welche die Kiemenbogen einander nähern und von einander entfernen, die Blättchenreihen bewegen und zur Eröffnung und Schliessung der äussern Kiemenspalte den Kiemendeckel auf und zu klappen. Sie kommen theils vom Schädel und gehen zu den obern Bogentheilen und zur Innenseite des Opercularapparates, theils sind sie zwischen den Bogen ein und derselben Seite angelegt, theils stellen sie ein System oberer und unterer Quermuskeln dar, welche die beiderseitigen Bogen an ihren dorsalen und ventralen Enden mit einander verbinden, — zu welchen auch noch Quermuskeln zu zählen sind, die zwischen den beiden Hälften des Unterkiefers (*M. transversus mandibulae*) und zwischen den beiderseitigen Opercularapparaten ausgespannt sind. Ausserdem entsenden die Copulae und die Oss. pharyng. inferiora nach rückwärts zum Schultergürtel und vorwärts zum Zungenbein einzelne Muskeln, an welche auch solche sich noch anschliessen, die von letzteren zum Unterkiefer gehen. — Da der Kieferapparat aus einer Metamorphose der vorderen Bogen des primitiven Kiemengerüstes hervorgegangen ist, so muss man wohl auch die Kiefermuskulatur von derjenigen des letzteren ableiten, wenn auch veränderte Formen, in welche diese Skelettheile sich legten, und veränderte Leistungen derselben sie, jenen gegenüber, sehr abweichend erscheinen lassen.

Mit den Abänderungen, die der Kiemenapparat erleidet, gehen auch Abänderungen der Muskulatur desselben Hand in Hand, Abänderungen, welche die Modificationen und Abweichungen bedingen, die jene bei den Plagiostomen, vor allen aber bei den Cyclostomen, die, anstatt durch den Mund, durch die Kiemenlöcher athmen, zeigt.

---

*) Sie stellt das sog. Backenfleisch der Fische dar, das von Feinschmeckern, z. B. bei den Forellen, für besonders schmackhaft gehalten wird.

Geht bei den höheren Wirbelthieren mit dem Auftauchen der Luftathmung der Kiemenapparat ganz unter, so fällt auch die Muskulatur desselben dem gleichen Schicksal anheim. Nur die auf dem Zungenbeinbogen in Zusammenhang stehenden Muskeln erhalten sich mit diesem, soweit sie für die Funktion des persistirenden Zungenbeins verwerthbar waren, und gewinnen selbst eine ansehnlichere Ausbildung. Zur Unterstützung der veränderten Leistung gesellen sich ihnen noch andere bei, die von der Nachbarschaft, theils von hinten (Thorax und Schulterblatt), theils von vorn und oben (Theilen des Kopfes) bezogen werden, so dass bei fast allen höheren Wirbelthieren das Zungenbein mit einem ansehnlichen Bewegungsapparat ausgerüstet ist, durch den es nach rückwärts (Mi. sterno- und omohyoïdei) und vorwärts (Mi. genio- mylo- und stylohyoïdei) bewegt werden kann.

## 2. Muskelapparat der wirbellosen Thiere.

L. Agassiz, Contribution of the natural history of the United States of North America. Vol. III. — C. G. Carus, Erläuterungstafeln zur vergleichenden Anatomie. Heft I. — V. Carus, Icones zootomicae. Lipsiae 1857. — Delle-Chiaje, Descrizione e notomia degli animali senza vertebre del Regno di Napoli. Napoli 1841. — Milne Edwards, in Annal. des sc. naturelles. 2 Sér. T. XVI. 1841. — Eimer, Studien auf Capri. Leipzig 1873. S. 34. — Kölliker, Icones histologicae. — Straus-Dürkheim, Considérations générales sur l'anatomie comparée des animaux articulés, auxquelles on a joint l'anatomie descriptive de Melalontha vulgaris. Paris 1828. Avec Planches.

Die Körpermuskulatur steht hier, im Gegensatze zu derjenigen der Wirbelthiere, wegen des Mangels eines innern Skelets, hauptsächlich mit den Bedeckungen und dem daraus hervorgehenden Hautskelet in näherer Beziehung und Verbindung, ist also wesentlich Hautmuskulatur. Nur in wenigen Fällen, wie z. B. bei den Cephalopoden, bei denen eine innere Skeletbildung vorhanden ist, kann sie der Skeletmuskulatur der Wirbelthiere verglichen werden. Ihre Ausbildung ist daher hauptsächlich von dem Zustande der Körperbedeckungen, von dem Grade der Ausbildung und Gliederung des Hautskelets, von der Bewegungsweise und der Beweglichkeit der Thiere, sowie auch von der Lebensweise derselben abhängig. So ist die Muskulatur bei den Arthropoden am höchsten ausgebildet und in eine grosse Anzahl differenter Einzelmuskeln zerfallen, die, an der Innenfläche der hohlen Skeletglieder ansitzend, in ihrer Anordnung wieder grosse Verschiedenheit und Mannigfaltigkeit darbieten. Wo die Körpersegmente und ihre locomotorischen Anhänge gleichartig sind, zeigt die Muskulatur grössere Einförmigkeit, während die Verschiedenartigkeit jener Mannigfaltigkeit dieser bedingt.

Wo bei den Mollusken ein ungegliedertes äusseres Skelet als Schale den Körper stützt und schützend umschliesst, erscheint die Muskulatur

schon mehr vereinfacht und mit der weichen Körperbedeckung vereinigt. Nur bei den doppelschaligen Muscheln und den Cephalopoden treten Verbindungen mit dem Skelet auf. Bei ersteren sind es die Muskeln, welche zum Oeffnen und Schliessen der Schale dienen; bei letzteren dagegen solche, welche vom innern Skelet dieser Thiere, dem s. g. Kopfknorpel, in die Arme gehen. Die Tunicaten bilden bezüglich ihrer Muskulatur den Uebergang zu den Würmern, bei welchen sie einen, den Körper umschliessenden Muskelschlauch bildet, dessen Fasern in mehrere Schichten zerfallen, besonders aber als Längs- und Cirkelfaserschichte den Thierleib umziehen. Aehnlich verhält sich auch die Muskulatur bei den wurmähnlichen Formen der Echinodermen. Bei den Holothurien findet sich unter der äussern Haut, mit ihr innig verwebt, eine Ringsmuskelschichte, unter welcher fünf gesonderte platte Längsmuskeln liegen, die in radiärer Stellung vorn am Mund-Kalkring befestigt sind. Bei den Asteroïden, die mit entwickeltem gegliedertem Kalkskelet versehen sind, ist die unter demselben liegende Muskulatur zur Bewegung der strahligen Arme und der einzelnen Skeletstücke derselben wieder mehr gegliedert. Wo dagegen, wie bei den Echiniden, die letztern unbeweglich mit einander verbunden sind und eine den Körper umschliessende starre, bewegungsunfähige Hülle darstellen, ist diese Muskulatur wieder verkümmert, und sind nur solche Muskeln davon erhalten geblieben, welche die aussen sitzenden Stacheln und dergleichen äussere Anhänge, sowie die Glieder des Kauapparates zu bewegen bestimmt sind. Bei den Coelenteraten kommt nur noch vereinzelt, wie bei den Scheiben- und Rippenquallen und den Anthozoen, eine Muskelbildung vor. Den Protrozoen scheint diese aber ganz abzugehen und durch die Contractionsfähigkeit der Körpersubstanz (Sarcode, contractiles Protoplasma), in der noch keine Differenzirung in verschiedene Gewebe und Organe stattgefunden hat, ersetzt zu werden. Nur in wenigen Fällen, wie z. B. in dem contractilen Stiel der Vorticellen, werden Spuren von Muskelgewebe wahrgenommen.

### 3. Von den electrischen Organen der Fische.

Bilharz, Das elektrische Organ des Zitterwels. Leipzig 1857. — E. du Bois, Quae apud veteres de piscibus electricis exstant argumenta. Berol. 1843. — Boll, im Archiv für mikroskop. Anat. B. 10. Delle Chiaje, Anatomiche disamine sulle torpedini. Napoli. 1839. — S. J. Davy, Researches physiolog. and anatomical. Vol. I. London 1839. — Ecker, Untersuchungen zur Ichthyologie. Freiburg 1856. — Erdl, in den gelehrten Anzeigen der königl. Baierischen Akademie der Wissensch. München 1846 u. 1847. — Hunter, in philosoph. Transactions. 1773. Pag. 2. Tab. 20. — Kölliker, Bericht von der zootom. Anstalt in Würzburg. Leipzig 1843. — Matteucci, Traité des phénomènes électrophysiologiques des animaux. Paris 1844. — Peters, in Müller's Archiv, 1845. S. 375. Taf. 13. Fig. 8—11. — Robin, Recherches sur un appareil qui se trouve sur les poissons du genre des Rayes, in Ann. des sc. nat. III. Sér. T. 7. — Rudolphi, in den Abhandl. der Berlin. Akademie der Wissenschaften, 1820—21. S. 229. Tab. I, II. — Derselbe, ebendas., 1824. — Rüppel, Beschreibung

und Abbildung mehrerer neuer Nilfische. Frankfurt 1832. — Savi, Recherches anatomiques sur le système nerveux et sur l'organe électrique de la torpille. Paris 1844 (als Anhang von Matteucci's Traité des phénomènes etc.). — M. Schultze, zur Kenntniss der elektrischen Organe der Fische. I., II. Abth. Halle 1858—59. — Derselbe, Ueber die elektrischen Organe der Fische, in den Abhandl. der Naturforscher-Gesellschaft zu Halle. Bd. IV, V. — Derselbe, Zur Kenntniss des, den elektrischen Organen verwandten Schwanzorganes von Raja clavata, in Müller's Archiv 1858. — Valentin, in der neuen Denkschrift der allgem. Schweizer-Gesellschaft für die gesammten Naturwissenschaften. Bd. 6. Neuch. 1841. — Derselbe, in R. Wagner's Handwörterbuch der Physiologie. Bd. I. Artikel: Elektricität der Thiere. — R. Wagner, Ueber den feinern Bau des elektr. Organs im Zitterrochen. Goettingen 1847.

Sie sind Apparate von ganz eigenthümlicher Art, die nur bei einigen Fischen vorkommen und unter dem Einflusse der Nerven, gleich einer Elektrisirmaschine und galvan. Säule, — Elektricität frei werden lassen. Thiere, die derartige Apparate besitzen, vermögen auf andere so starke elektrische Schläge auszuführen, dass sie dadurch ihnen zu gewaltigen Waffen werden, mit deren Hülfe sie theils einer Beute sich leicht bemächtigen, theils den verfolgenden Feind mit ähnlichem Erfolge abwehren können, als z. B. das Pferd, der Strauss u. a. solchen mit Hülfe ihrer starken Schenkelmuskulatur erzielen, wenn sie durch Ausschlagen mit den Beinen den sie verfolgenden Feind niederwerfen. Obschon der Antheil, den das Nervensystem an der Zusammensetzung und Thätigkeit der elektrischen Organe nimmt, deren Einreihung in die peripherischen Endapparate jenes gestatten würde, so lässt doch diese mechanische Leistung die grössere Verwandtschaft mit dem Bewegungsapparat nicht verkennen und rechtfertigt sich die Anschliessung dieser Organe an den letzteren noch um so mehr, als sie den Muskeln auch darin noch verwandt sich zeigen, dass sie die Willensreize ähnlich in Elektricität und deren Entladung umsetzen, als die Muskeln dieselben in Contraction und Bewegung. Die elektrischen Entladungen dieser Organe sind ebenso von dem Willen der Thiere abhängig, als die Contraction der Muskeln und die davon abhängigen Körperbewegungen. Daher das electrische Organ ebensowohl gelähmt wird und die Thiere unvermögend sind, durch dasselbe elektrische Entladungen erfolgen zu lassen, wenn am lebenden Thiere die elektrischen Nerven durchschnitten worden sind, als die Muskelbewegung gelähmt sich zeigt, wenn die Leitung des Willensreizes vom Centralorgan zu dem Muskel mittelst Durchschneidung der motorischen Nerven unterbrochen wird.

Bis jetzt sind solche Organe bei Torpedo und Narcine unter den Selachiern und beim Zitteraal (*Gymnotus electricus*) und Zitterwels (*Malapterurus elect.*) unter den Knochenfischen bekannt. Bei zwei andern Nilfischen (Mormyrus und Gymnarchus niloticus) kommen ähnliche Organe vor, ist aber ihre elektrische Wirkung noch nicht sicher gestellt, was jedoch, um über ihre elektrische Natur zu entscheiden, um so mehr erforderlich ist, als den elektrischen Organen ähnliche Bildungen auch im Schwanze

von Raja clavata vorgefunden wurden, ohne dass sie jedoch irgend eine elektrische Thätigkeit zu entfalten scheinen.

Am meisten untersucht und gekannt ist der elektrische Apparat des Zitterrochens (*Torpedo*) (Fig. 521), desshalb wir ihn benützen, um die Einrichtung jenes daran zu schildern. Der Apparat (*oe oe'*) hat seine Lage seitlich vom Kopfe und dem Kiemenapparat, zwischen diesen und dem vordern Theil der Brustflossen. Er wird aus meistens sechsseitigen Säulen oder Prismen zusammengesetzt, die, senkrecht und dicht nebeneinander

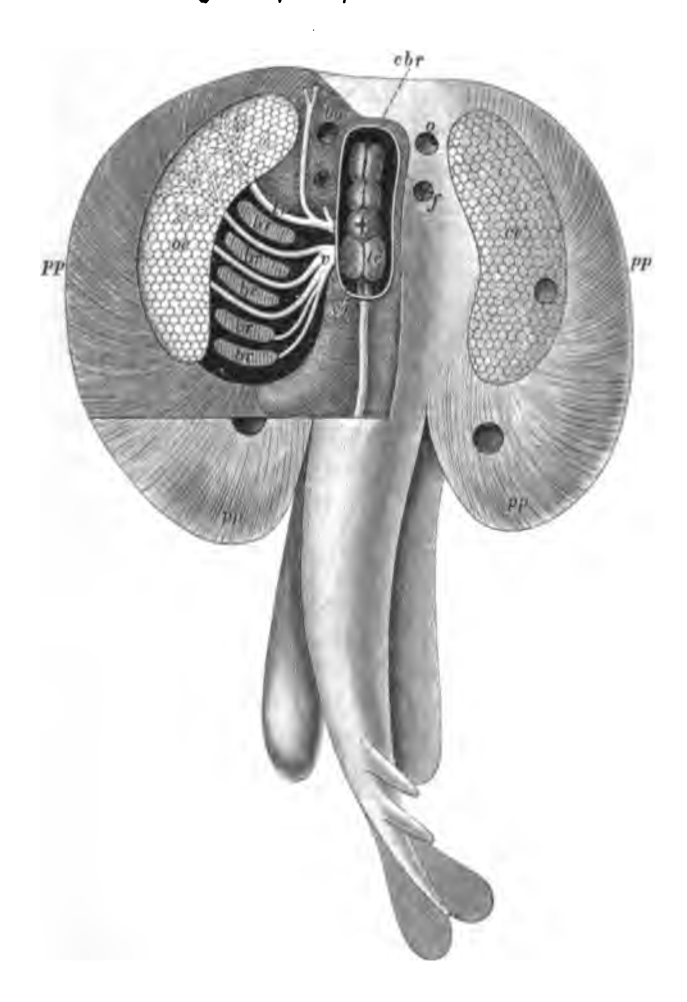



**Fig. 521.** Das elektrische Organ des Zitterrochen (*Torpedo*). *pp* Brustflossen mit dem Kopfe verwachsen. *cr* Knorpelige Wandung der geöffneten Schädelhöhle (*Cav. cranii*). *cbr* Das darin liegende Gehirn (*Cerebrum*). *le* Lobus electricus desselben. *f* Spritzloch. *o.bo* Auge. *oe* Elektrisches Organ der linken Seite, von oben blossgelegt. *oe'* Dasselbe der rechten Seite, von der Körperhaut noch gedeckt und durch sie durchschimmernd. *tr* Nervus trigeminus, einen starken Ast (*R. electricus*) in den vordern Theil des elektr. Organs sendend. *v* Nervus vagus, von welchem drei starke Aeste, die zwischen den Kiemen (*br*) durchgehen, den übrigen Theil des Organs versorgen.

stehend, mit ihren Enden bis unter die Haut der dorsalen und ventralen Fläche, durch welche sie hindurch schimmern, reichen (Fig. 521 *oe'*). Diese Prismen bestehen wieder aus übereinander geschichteten, durch horizontale Septa geschiedenen Fächern oder Zellen (Fig. 522), welche die elektrischen Platten enthalten, zu denen die Nerven von der ventralen Seite herantreten, um darin unter Bildung feiner Netze zu endigen. Die Nervenendigung bildet stets die ventrale Seite dieser elektrischen Platten, die zugleich auch als elektro-negativ sich ausweist, während die andere, die dorsale Seite, elektro-positiv sich verhält. Daher die dorsale Fläche des ganzen Organs beim Zitterrochen elektro-positiv, und die ventrale elektro-negativ erscheint. Die Nerven, welche zum Gesammtorgane gehen, sind vier ansehnliche Stämme, wovon der vorderste (*tr*) von dem Trigeminus (*Ramus electricus*), die drei übrigen vom Vagus (*v*) geliefert werden und welche zwischen den Säulen sich verästeln.

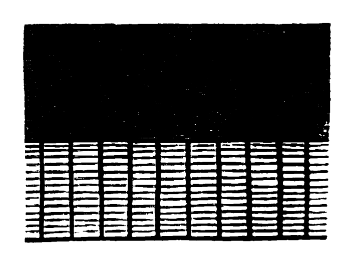


**Fig. 522.** Schema der Säulchen des elektrischen Organs des Zitterrochens: im senkrechten Durchschnitte die häutigen Septa, welche die Säulchen in senkrecht über einander stehende Fächer trennen; sie sind viel zahlreicher, als in diesem Schema angegeben ist; ihre Zahl kann sich bis auf 150 belaufen.

Die elektrischen Organe der übrigen Fische kommen bezüglich ihrer Einrichtung im Allgemeinen mit dem überein, was der elektr. Apparat des Zitterrochens lehrte. Nur äussere Form und Lage sind verschieden. So liegt beim Zitteraal (*Gymnotus electr.*) das elektr. Organ im Schwanze, theils zu beiden Seiten, theils unten. Dorsalwärts stösst es an die Rückenmuskeln, ventralwärts an die Muskeln der Schwanzflosse und rückwärts spitzt es sich zu. Bezüglich des Baues ist nur die Lage der Säulen verändert; statt senkrecht zu stehen, wie bei Torpedo, liegen sie horizontal und sind desshalb auch viel länger, als dort. Die Nerven werden nur von den Spinalnerven geliefert und gehen jederseits sehr viele (nach einzelnen Angaben über 200 Stämme), die von den vordern Wurzeln zu kommen scheinen, in das Organ ein. Bei dem Zitterwels (*Malapterurus electr.*) ist das elektrische Organ über den ganzen Körper ausgedehnt, am Bauch aber am stärksten. Es wird durch ein fibröses Septum in der dorsalen und ventralen Mittellinie in zwei symmetrische Hälften geschieden, welche, zwischen zwei starke Aponeurosen eingelegt, mit der äussern Bedeckung fest verbunden sind. Was die Nerven betrifft, so gehen zu jedem Organe nur je ein elektrischer Nerv, der jederseits zwischen dem 2ten und 3ten Spinalnerven entspringt, wie eine motorische Wurzel sich verhält und nur aus einer, aber colossalen Primitivfaser besteht, die von einer dicken Hülle umschlossen wird. Durch Theilung dieser Primitivfaser wird die

Verästelung geliefert, deren Endzweige an die Fächer und an die, an der Hinterwand der letztern liegende elektrische Platte treten.

---

# II.

## Organe der Empfindung, Nervenapparat.

Der Nervenapparat ist entschieden der wichtigste und edelste Bestandtheil des thierischen Organismus. Er ist es, durch den die Thätigkeiten der übrigen Körperorgane und Apparate in harmonische Uebereinstimmung gebracht werden. Ja, keine der übrigen Körperthätigkeiten, — seien sie automatische, instinktive oder willkürlich und bewusst von Statten gehende, — könnten überhaupt auf die Dauer vollzogen werden ohne den Einfluss, den der Nervenapparat darauf ausübt. Ohne ihn gäbe es keine Bewegung, keine Empfindung und Wahrnehmung all' dessen, was in der, den Körper umgebenden Aussenwelt vor sich geht; es wäre kein Wollen, kein Bewusstsein und Denken ohne ihn möglich. Bei dieser Mannigfaltigkeit der in ihm waltenden Kräfte und der Verschiedenheit seiner Thätigkeitsäusserungen, kann es überraschen, dass die Mittel, die zu seinem Aufbau verwendet sind, äusserst einfach erscheinen, indem nur zweierlei Formelemente — Nervenzellen und Nervenfasern — es sind, die ihn zusammensetzen. Die Nervenzellen sind die Centralgebilde der Nervenfasern, die von ihnen ausstrahlen. Aber auch physiologisch sind sie die Centralheerde für die im Nervenapparat waltenden Kräfte, während die Nervenfasern nur Leiter derselben sind. Diese leiten die eigenthümlichen Erregungszustände peripherisch, d. h. centrifugal, zu den Körperorganen, oder umgekehrt auch Reize von diesen, in centripetaler Richtung, zu jenen zurück. Da im letzteren Falle sie die Vermittler der Empfindungen sind, wenn die Nervenzellen, auf welche sie die an ihrem peripherischen Ende empfangenen Reize übertragen, den Sitz des Bewusstseins bilden, — so werden sie allgemein auch sensible, im ersteren Falle aber motorische Fasern genannt, weil sie die von den Nervenzellen empfangenen Erregungszustände auf Muskeln zu übertragen pflegen und diese zur Contraction veranlassen, obschon nicht alle centrifugal leitenden Nervenfasern an ihren peripherischen Enden mit Muskeln in Verbindung stehen. Manche senken sich in Drüsen, auf deren absondernde Thätigkeit sie erregend einwirken, andere, was bei einigen Fischen vorkommt, stehen mit elektrischen Apparaten

in Verbindung, zu welchen sie von den Nervenzellen kommende electrische Erregungen leiten.

Die Nervenfasern sind übrigens histologisch nicht alle einander gleich und kann man in dieser Beziehung namentlich zwei Arten unterscheiden, markhaltige und marklose. Die ersteren enthalten in ihrer Axe eine blasse Faser — Axenfaser, Axencylinder — und um diese eine ölartige Substanz — Nervenmark, — welche jene scheidenartig umschliesst (Markscheide), während die letztern nur aus dem Axencylinder bestehen. Die fettige Markscheide verleiht jenen eine dunkel contourirte Beschaffenheit — daher auch dunkelrandige Fasern genannt — diese sind dagegen von blassem Aussehen — blasse Nervenfasern. Wo die Nervenfasern ausserhalb der Centralorgane in grosser Menge zusammen liegen und die Elemente der eigentlichen Nerven bilden, besitzen beide Arten noch eine häutige Scheide (Nervenfaserscheide, Neurilemma, Schwan'sche Scheide), die bei den markhaltigen das Mark umschliesst und durchaus structurlos ist, bei den blassen Nervenfasern nur den Axencylinder enthält, aber durch Besitz zahlreicher in der Längsrichtung liegender Kerne ausgezeichnet ist.

Die Nervenfasern gehen, auch selbst die unmittelbar neben einander laufenden, keinerlei Verbindung unter einander ein; ihre Bahn und sonach auch die durch sie vermittelte Leitung ist von ihrem einen Ende bis zum andern eine durchaus isolirte. Nur an ihrem peripherischen und centralen Ende erfahren sie eine öfter sich wiederholende Theilung, in Folge dessen ihre beiden Enden in eine Mehrheit von feineren Fasern allmählich zerfallen. Am centralen Ende wird hierdurch die Verbindung einer Nervenfaser mit einer Mehrzahl von Nervenzellen, am peripherischen eine solche mit einer Mehrzahl von räumlich getrennten Punkten der Körperorgane ermöglicht.

Wo die dem Nervenapparate zu Grunde liegende Substanz nur aus Nervenfasern besteht, hat sie ein weisses Aussehen, — daher weisse Nervensubstanz, Marksubstanz genannt, wo sie dagegen vorwiegend aus Nervenzellen gebildet wird, ein graues und dann als graue Nervensubstanz unterschieden zu werden pflegt.

Durch das Zusammentreten grosser Mengen der mikroskopischen Nervenzellen, in Verbindung mit den centralen Enden der Nervenfasern zu grossen mikroskopischen Massen, kommen die Centralorgane des Nervenapparates zu Stande, während die ausserhalb der letztern liegenden peripherischen Theile der Nervenfasern durch Zusammenlegung Bündel und Stränge formiren, welche die Nerven darstellen, die zu den Centralorganen ähnlich sich verhalten, als wie die Nervenfasern zu den Nervenzellen oder wie Peripherisches zu Centralem. Doch eine ganz vollkommene

Centralisation kommt nicht zu Stande, es gibt vielmehr eine Mehrheit von Centralorganen.

Das mächtigste bildet das Gehirn und Rückenmark, das den Sitz des Bewusstseins enthaltend, hauptsächlich diejenigen Thätigkeiten des Körpers beherrscht, welche im Dienste des animalen Lebens stehen. Mit den von ihm ausgehenden Nerven — den Cerebrospinalnerven — wird es als animales Nervensystem unterschieden. Diesem gegenüber findet sich noch eine grössere Anzahl von kleineren Centralorganen vor, die man Ganglien nennt, die mit den Thätigkeiten des vegetativen Lebens in Beziehung stehen. Sie bilden in Gemeinschaft mit den von ihnen ausstrahlenden Nerven das vegetative Nervensystem (Gangliensystem, sympathisches Nervensystem, Nervus sympathicus). Während jenes hauptsächlich die willkürlichen Bewegungen und bewussten Empfindungen, sowie die seelischen Thätigkeiten vermittelt, leitet dieses vorzüglich die unwillkürlichen automatischen Bewegungen und die nutritiven Vorgänge des Thierkörpers.

Die Ganglien des vegetativen Nervensystems liegen vorzüglich längs der beiden Seiten der Wirbelsäule, vom Kopfende derselben bis zu ihrem Beckentheil herab und sind, um sie gleichsam auch, ähnlich wie im animalen Nervensystem, in die Form eines einheitlichen Centralorgans zu bringen, — durch Nervenfäden derart mit einander verkettet, dass sie beiderseits einen ganglienreichen Strang, — den s. g. Grenzstrang bilden, von dem die Nerven ähnlich ihren centralen Ausgang nehmen, wie die cerebrospinalen Nerven vom Gehirn und Rückenmark. Allein ungeachtet dieses Strebens, den Nerven der animalen und vegetativen Körperorgane möglichst einheitliche Centralorgane zu verleihen, so fehlt es doch nicht in beiden Nervensystemen an Beispielen des Bestandes einer gewissen Decentralisation, indem sowohl an den Cerebrospinalnerven als auch an sympathischen Nervenverästelungen, ja sogar in den Organen, noch zahlreiche Ganglien vorkommen, welche gleich dem Gehirn und Rückenmark und den Ganglien des Grenzstranges des Sympathicus, noch accessorische oder Ergänzungscentra für nicht wenige Nervenfasern, die denen von den Hauptcentren ausgehenden sich zugesellen, abgeben.

Die im Voranstehenden gemachte Scheidung in animales und vegetatives Nervensystem ist übrigens nicht streng durchgeführt, weder anatomisch, noch physiologisch. Die Nerven beider greifen vielfach in einander ein und tauschen mannigfaltig ihre Faserelemente aus, so dass die meisten Cerebrospinalnerven auch sympathische Nervenfasern enthalten, und die sympathischen Nerven noch cerebrospinale Elemente mit sich führen. Dadurch sind auch die Thätigkeitsbezirke beider Systeme nicht scharf gesondert, indem in das Verbreitungsgebiet des Cerebrospinalsystems zahlreiche sympathische Nervenbahnen, und umgekehrt in das des Sympathicus auch Cerebro-

spinalbahnen eindringen, wozu noch kommt, dass die Cerebrospinalnerven aus dem Hirn und Rückenmark, namentlich aus letzterem und den Spinalganglien, viele Nervenelemente beziehen, welche ebensowohl den automatischen und ohne Bewusstsein von Statten gehenden Vorgängen im Thierkörper dienstbar sind, als wie die Elemente des vegetativen Systems.

Was nun noch die Endigungsweise der Nervenfasern in den verschiedenen Körperorganen anbelangt, so sind ihre peripherischen Enden mit mancherlei Vorrichtungen — den peripherischen Endgebilden — ausgerüstet, welche bei den centrifugalen Nervenfasern die Einwirkung auf die Organe (Muskeln, Drüsen, elektrische Organe), auf welche sie ihren, von den Centren empfangenen Erregungszustand übertragen sollen, unterstützen und bei den centripetalen Fasern die, durch die umgebenden Objekte veranlasste Erregung vermitteln. Das peripherische Ende vieler centripetaler Nervenfasern steht mit zum Theil sehr zusammengesetzten Endapparaten in Verbindung, die den Zweck haben, die von den Gegenständen der Aussenwelt empfangenen Eindrücke durch geeignete Erregung der Nerven und Fortleitung dieser Erregung zu den Centralorganen zur bewussten Empfindung und Wahrnehmung gelangen zu lassen. Es sind dies die **Sinnes**apparate.

Nach den vorausgegangenen allgemeinen Betrachtungen kann man den gesammten Nervenapparat trennen: 1) in das Nervensystem (*Systema nervorum*), 2) in die peripherischen Endapparate oder die Sinnesorgane (*Organa sensuum*).

Die oben in Betracht gezogenen allgemeinen Verhältnisse des Nervensystems, der Plan, nach dem es angelegt ist, und die Elemente, aus denen es sich aufbaut, sind vorzüglich auf die Anordnung bezogen, die es beim Menschen und den Wirbelthieren zu Tage treten lässt. Bei den wirbellosen Thieren ist Vieles anders. Wenn auch die zu Grunde liegenden Elemente hier dieselben oder ähnliche sind, als dort, so hat doch seine äussere Anordnung und Form und die Beziehung zu den Körperthätigkeiten. überhaupt der ganze Plan, der dem Nervensystem der Wirbelthiere zu Grunde gelegt ist, bei den Wirbellosen sehr wesentliche Abänderungen erfahren. Wenn nun diese Modificationen auch nicht gerade so weit gehen. dass alle Anhaltspunkte zur Vergleichung beider sich gänzlich verwischt hätten, so müssen wir doch das Nervensystem der Wirbelthiere gesondert von dem der Wirbellosen betrachten.

## A. Nervensystem.

### 1. Nervensystem der Wirbelthiere.

Agassiz u. Vogt, Anatomie des Salmanes. Neufchâtel 1845. — B. Alcock, Fifth Pair of nerves, in Todd's Cyclopaedia. Vol. II. Pag. 26. — D'Alton (u. Schlemm), Ueber das Nervensystem von Petromyzon, in Müller's Archiv 1838. — Anderson, Nervous system, in Todd's Cyclopaedia. Vol. III. — Arsaky, De piscium cerebro et medulla spinali. Hal. 1813. — Bamberg, De avium nervis rostri atque linguae. Hal. 1842. — V. Baer, Entwicklungsgeschichte der Thiere. Th. II. S. 106. — Barkow, Disquisitiones neurologicae. Vratisl. 1836. — C. B. Bendz, Tractatus de connexu inter nervum vagum et accessorium Willisii. Hofniae 1836. — Derselbe, Bidrag til den Sammenlignende anatomie af Nervus glossopharyngeus, vagus, accessorius Willisii og hypoglossus hos Reptilierne, in Det. Kl. Danske Videnskabernes Selbskabs naturvidenskobelige og mathematiske Afhandlinger, 10 delen. Kiobenhavn 1843. — Bidder u. Volkmann, Die Selbstständigkeit des Nerv. sympathicus. Leipzig 1847. — Bischoff, Nervi accessorii Willisii anatomia etc. Darmstadt 1832. — Bojanus, Anatome testudinis europaeae. Viln. 1819. — E. J. Bonsdorf, Disquisitio nervum trigeminum partemque cephal. nervi sympath. Gadi Lotae cum nervis iisdem apud hominem et mammalia comparans. Helsingsfors 1846. — Derselbe, Jemförande anatomisk skrifning af cerebral nerverna hos Raja clavata, in Föredr. för Vet. Societ. den 5. Dec. 1853. — Derselbe, Kopfnerven des Hundes. Dissert. Helsingfors 1846. — Bourgery, Traité de l'anatomie de l'homme. Atlas. Tom. VIII. Pl. 14—25. — V. Bruns, De nervis Cetaceorum cerebralibus. Tübing. 1836. — Busch, De Selachiorum et Ganoïdeorum encephalo. Berolini 1848. — C. G. Carus, Erläuterungstafeln zur vergleich. Anatomie. Heft 8. — Derselbe, Darstellung des Nervensystems. Leipzig 1814. — Cuvier, Vorlesungen über vergleichende Anatomie. Uebersetzt von Froriep u. Meckel. 1809. Bd. II. — Derselbe, Histoire naturelle des poissons. Tom. I. — Derselbe, Le règne animal. — Van Deen, De differentia et nexu inter nervos vitae animalis et organicae. Lugd. Batav. 1834. — Ecker, Icones physiologicae (Neue Ausgabe von R. Wagner's Icones physiologicae). Leipzig 1852—59. Taf. 24. — J. G. Fischer, Die Hirnnerven der Saurier. Hamburg 1852. — Derselbe, Amphibiorum nudorum neurologia. Berolini 1843. — De Gamaeus, De systemate nervorum Sciuri vulgaris. Bern 1852. — C. Gegenbaur, Ueber die Kopfnerven von Hexanchus und ihr Verhältniss zur Wirbeltheorie des Schädels, in Jen. Zeitschr. Bd. VI. S. 497. — C. M. Gittay, De nervo sympathico. Lugd. Batav. 1834. — Gottsche, Vergleichende Anatomie des Gehirns der Grätenfische, in Müller's Archiv 1835. — Gratiolet, Sur les plis cérébraux de l'homme et des Primates. Paris 1854. — Gurlt, Anatom. Abbildungen der Haussäugethiere. Berlin 1829. — E. H. Hjelt, In systema nervorum sympathicum Gadi Lotae observationes. 1847. — Derselbe, De nervis cerebralibus parteque cephalica nervi sympathici Bufonis adnotata quaedam. Helsingfors 1852. — C. E. E. Hoffmann, Beiträge zur Anatomie u. Physiologie des Nervus vagus bei Fischen. Giessen 1860. — Hyrtl, Lepidosiren paradoxa, in Abhandl. der Böhm. Gesellschaft der Wissenschaften 1845. — Klaatsch, De cerebris piscium Ostacanthorum et nostras regiones incolentium. Hal. 1850. — Krohn, Nachr. über d. Nerv. lateralis d. Froschlarven, in Frorieps Notizen 1838. Nr. 137. — Leisenring, Atlas der Anatomie des Pferdes und der übrigen Haussäugethiere. Leipzig 1861. — Leuret et Gratiolet, Anatomie comparée du système nerveux etc. Paris 1839—57. Avec Atlas. — Magendie et Desmoulins, Anatomie du système nerv. des animaux à vertèbres. 2 Vol. Paris 1825. — Marbach, De nervis spinalibus avium nonnullarum. Vratisl. 1841. — Majer, Ueber das Rückenmark und seine Nerven, in Frorieps Notizen N. 775. — A. Meckel, Anatomie des Gehirns der Vögel, in Meckel's Archiv f. Physiol. Bd. II. S. 25. — Miklugo-Maklay, Zur vergl. Neurologie der Wirbelthiere. 1870. — J. Müller, Neurologie der Myxinoïden, in den Abhandlungen der Berliner Akademie der Wissenschaften 1838. — R. Owen, Marsupialia, in Todd's Cyclopaedia. — Derselbe, Monotremata, ebenda. — Paasch, De sulcis et gyris cerebri simiar. et hominis. Kiliae 1866. — Ritzel, De nervo trigemino et glossopharingeo avium. Fuldae 1841. — Siebold u. Stannius, Lehrbuch der vergl. Anatomie. I., II. Th. Berlin 1846—48. — B. Solger, Zur Anatomie der Faulthiere, in Jenaischer Zeitschr. Bd. 6. — L. Stieda, Ueber den Bau des centralen Nervensystems der Amphibien und Reptilien. Leipzig 1876. — Stannius,

Handb. der Anatomie der Wirbelthiere (2. Aufl.). Berlin 1854—56 (Fische u. Amphibien). — Derselbe, Ueber das peripherische Nervensystem der Fische. Rostock 1849. — Derselbe, Das peripherische Nervensystem von Gadus callarias, in Müller's Archiv 1842. — Derselbe, in den Denkschriften des Hamb. naturwissensch. Vereins. Hamburg 1845. — Derselbe, Symbolae ad anatomiam piscium. Rostockii 1839. — Derselbe, Ueber das Gehirn des Störs, in Müller's Archiv 1843. — M. J. Thuet, Disquisitio anatomica Psittacorum. Turic. 1838. — Tiedemann, Anatomie und Bildungsgeschichte des Gehirns im Foetus. Nürnberg 1816. — Derselbe, Icones cerebri simiarum et quorundam mammalium. Heidelb. 1821. — Derselbe, Vergleichung des Hirnes des Orang-Utang mit dem menschlichen, in dessen Zeitschr. f. Physiol. Bd. II. S. 17. Taf. IV. — Derselbe, Ueber das Delphingehirn, ebenda. Taf. 12. — Treviranus, Ueber die Hirn- und Sinneswerkzeuge des virginischen Beutelthieres, in dessen Zeitschr. f. Physiol. Bd. III. S. 45. Taf. X. — Derselbe, Ueber die hintern Hemisphären des Gehirns der Vögel, Amphibien u. Fische, ebenda, Bd. IV. S. 39. — Derselbe, De Protei anguinei encephalo. Göttingen 1818. — C. Vogt, Neurologie von Python, in Müller's Archiv 1839. — Derselbe, Beitr. zur Neurologie der Reptilien, in den neuen Denkschr. der allgem. Schweiz. Gesellschaft für die gesammten Naturw. Bd. IV. Neuchâtel 1840. — R. Wagner, Icones zootomicae. Lipsiae 1841. — Derselbe, Icones physiologicae. Taf. 23—26. Leipzig 1839. — Derselbe, Vorstudien zu einer wissensch. Morphologie des Gehirns. Göttingen 1860. — E. H. Weber, Anatomia comparata nervi sympathici. Lipsiae 1848.

## 1. Animales Nervensystem, Cerebrospinalsystem.

### a. Centralorgane.

#### α) Vom Gehirn und Rückenmark überhaupt und dem des Menschen im Besondern.

Wenn man Bewusstsein, Willen und Denken als die vorzüglichsten Attribute der Seele betrachtet, so stellen Gehirn und Rückenmark, besonders ersteres, das Seelenorgan dar, da durch dasselbe jene Thätigkeiten vermittelt werden.

Gehirn und Rückenmark stehen durch die von ihnen ausgehenden Nerven — Cerebrospinalnerven — mit allen animalen Organen des Körpers, d. h. mit den Organen der Empfindung und Bewegung, sowie auch mit den Ein- und Ausgangstheilen der vegetativen Apparate in Verbindung, wodurch nicht allein der Verkehr der Seele mit dem Körper, sondern auch die Wechselbeziehung mit der, diesen umgebenden Aussenwelt unterhalten wird.

Das Rückenmark ist übrigens nicht in demselben Sinne als Centralorgan der Spinalnerven aufzufassen, als wie das Gehirn ein solches für die Cerebralnerven abgibt, da ein Theil der Elemente jener nicht in ihm, sondern im Gehirn sein centrales Ende hat, also alle Eindrücke, welche dieselben von ihren peripherischen Enden empfangen, nur durchleiten und dem Gehirn zuführen, sowie die Willensregungen, die sie auf die Organe der Bewegung zu übertragen haben, auch nur von letzteren ausgehen. In dieser Beziehung verhält es sich bloss wie ein Nervenstamm. Nur insoweit, als eine Anzahl der Elemente der Spinalnerven ihr centrales Ende in den Nervenzellen seiner, in seinem Innern liegenden grauen Substanz hat, ist es für diese Centralorgan und kommt ihnen auch eine eigene Thätigkeit

zu, vermöge welcher es von aussen zugeführte Eindrücke aufnimmt und motorische Regungen von sich selbst, unabhängig vom Einfluss des Gehirns, ausgehen lässt. Die motorischen Regungen gehen indessen unbewusst von Statten und die durch sie veranlassten Bewegungen sind unwillkürliche, automatische, wie auch die zugeleitete Empfindungserregung nicht zum Bewusstsein kommt. So nimmt das Rückenmark, wie es anatomisch viel einfacher sich verhält, als das höher organisirte Gehirn, auch funktionell eine viel tiefere Stufe als letzteres ein.

Das Gehirn dagegen ist das Hauptcentralorgan. In ihm liegen nicht allein die centralen Enden aller Cerebralnerven, sondern auch die der meisten Elemente der Spinalnerven. Die cerebrospinalen Nervenbahnen des ganzen Körpers kommen in ihm zusammen. Was auf die peripherischen Enden ihrer centripetalen Fasern einwirkt, wird ihm zugeleitet und zum Bewusstsein gebracht. Ebenso wird jede, von letzterem begleitete, Reaction und die, durch diese gesetzte, Erregung der centralen Enden ihrer centrifugalen Elemente, als Willensäusserung nach aussen, auf die motorischen Apparate übertragen.

Obschon die Formelemente, aus welchen das Gehirn sich aufbaut, mit denen mehr oder weniger übereinkommen, welche auch das Rückenmark bilden, so äussert es doch eine grosse Anzahl eigenthümlicher Thätigkeiten, die diesem abgehen, und zeigt auch eine Mannigfaltigkeit von Formen, in welche seine Substanz sich legt, die dem Rückenmark gänzlich mangelte und die Verwandtschaft mit diesem fast gänzlich verwischt. Ersteres ist bedingt durch die wunderbaren, nicht näher bekannten Kräfte, die den zelligen Elementen der grauen Hirnsubstanz inne wohnen; letzteres ist aber dadurch veranlasst, dass die Nervenelemente im Gehirn nach einem ganz andern Plan sich zusammenordnen und dadurch neue Formen erzeugen, aber auch Bauverhältnisse bedingen, die zu den schwierigst erkennbaren des ganzen Körpers gehören.

Was zunächst das Aeussere des Gehirns betrifft, so zerfällt dasselbe, wenn wir von dem vollkommensten, dem menschlichen, ausgehen, — durch einen tiefen queren Einschnitt in einen grösseren, oberen, vorderen und kleineren, unteren, hinteren Abschnitt — das Vorder- und Hinterhirn. Beide könnte man auch als Ober- und Unterhirn bezeichnen, was nicht allein ihre Lage, sondern auch ihre Bedeutung sowohl in baulicher als functioneller Beziehung kennzeichnen würde. Das erstere stellt nach Maassgabe seiner Grösse das grosse Hirn (*Cerebrum*) dar, während das letztere wieder in zwei Unterabtheilungen, in das kleine Hirn (*Cerebellum*) und das verlängerte Mark (*Medulla oblongata*) sich scheidet. Dieses vermittelt den Uebergang des Rückenmarks in das Gehirn und hat auch noch in Form und Bau mit ersterem die meiste Aehn-

lichkeit, während kleines und grosses Hirn sich ganz verschieden davon zeigen.

Das kleine Hirn besteht aus einem unpaaren mittleren Theil, dem Wurme (*Vermis*), und den paarigen Seitentheilen, den Halbkugeln (*Hemisphaeria cerebelli*). In letztere tritt jederseits vom verlängerten Mark ein, von diesem sich ablösender Markstrang ein, auf dem jene, wie die Frucht auf dem Stiel, gleichsam aufsitzen und desshalb auch die Stiele des kleinen Hirns (*Pedunculi cerebelli*) heissen. Die Aussenfläche der Hemisphären und des Wurmes ist durch zahlreiche Einfurchungen in zum Theil parallellaufende, schmale blättchenförmige Wülste, und durch tiefere Einspaltungen in grössere Abtheilungen, die s. g. Lappen (*Lobi cerebelli*) geschieden. Die beiden Hemisphären werden durch eine ansehnliche quere Mark-Commissur — die Brücke (*Pons*), — welche bogig, unter den zum grossen Hirn sich fortsetzenden Theilen des verlängerten Markes von einer Seite zur andern zieht, mit einander verbunden. Ebenso, wie untereinander, sind die Kleinhirnhemisphären auch mit dem grossen Hirn durch strangartige Markfortsätze — Brachia s. Crura cerebelli ad cerebrum s. ad corpora quadrigemina — verbunden.

Das grosse Hirn zeigt bezüglich seiner äussern Gestaltung manche Verwandtschaft mit dem kleinen Hirn. Es zerfällt auch, gleich diesem, in zwei Seitentheile oder Halbkugeln (*Hemisphæria cerebri*), die nur bestimmter, als dort, hervortreten, indem sie durch eine tief eindringende mediane Spalte (*Fissura longitudinalis cerebri*) schärfer von einander geschieden sind. Auch werden beide Halbkugeln durch eine mächtige markige Verbindungsmasse — die grosse Hirnkommissur oder den Balken (*Corpus callosum s. Trabs cerebri*) ähnlich, als die Hemisphären des kleinen Hirns durch die Brücke, mit einander verknüpft. Ebenso ist die Oberfläche der Hemisphären des grossen Hirns, wie am kleinen Hirn, durch Furchen (*Sulci cerebrales*) und Spalten vielfach eingeschnitten, wodurch in gleicher Weise, wie bei diesem, Randwülste und Lappenbildungen veranlasst werden. Nur sind die ersteren viel breiter und darmähnlich gewunden; daher sie auch Hirnwindungen (*Gyri cerebrales*) heissen. Die Lappen der beiden Hemisphären (Lobus anterior, inferior, superior, posterior et opertus) entsprechen sich beiderseits, nicht ganz aber die Hirnwindungen, und ist die Asymmetrie dieser um so augenfälliger, je vollkommener die Hirnentwicklung und je höher die Stufe ist, welche die Ausbildung der geistigen Kräfte erreichte. Nur einzelne Windungen bewahren sich, betreffs ihrer Gestalt und Richtung, eine gewisse Beständigkeit.

Wie am kleinen Hirn, treten auch in die Grosshirnhemisphären

Fortsetzungen des verlängerten Markes, die am vordern Rand der Brücke zum Vorschein kommen, als dicke runde Markstränge von unten ein, die sich zu ihnen ähnlich verhalten, als die Stiele des kleinen Hirns zu dessen Hemisphären; daher sie auch die Stiele oder Schenkel des grossen Hirns (*Pedunculi s. Crura cerebri*) bezeichnet werden.

Gehirn und Rückenmark schliessen in ihrem Innern noch Höhlungen ein, welche in diesem einen feinen Kanal — Central-Kanal (*Canalis centralis medullae spinalis*), in jenem grössere Räume — die sog. Hirnhöhlen (*Ventriculi cerebri*) darstellen. Letztere verhalten sich zu ersterem, wie das Gehirn zum Rückenmark, d. h. wie das Gehirn aus einer weiteren Entfaltung des Kopfendes des Rückenmarks hervorgeht, so stellen auch die Hirnhöhlen nur Erweiterungen des in's Gehirn sich fortsetzenden Kanales des Rückenmarkes dar.

Die Hirnhöhlen zerfallen in die des Hinterhirns (*Cavum encephali posterius*) und in die des Vorderhirns (*Cavum encephali anterius*), welche beide durch den Vierhügelkanal mit einander verbunden sind. Die Höhle des Hinterhirns (*Ventriculus quartus*) liegt zwischen Medulla oblongata und kleinem Hirn. Erstere bildet den Boden (*Fossa rhomboïdalis*), letzteres die Decke (*Tectum ventriculi quarti*). Sie ist von platter Form, in der Mitte am breitesten, nach hinten und vorn sich verengernd. Nach vorn setzt sie sich in den Vierhügelkanal fort, nach hinten steht sie 1) mit dem Centralkanal des Rückenmarks in Verbindung und 2) eröffnet sie sich durch einen Querspalt zwischen verlängertem Marke und kleinem Hirn nach aussen — die hintere Querspalte des Gehirns (*Fissura transversa encephali posterior s. cerebelli*). — Die Höhle des Vorderhirns zerfällt in eine in der Mitte liegende unpaare Abtheilung (*Ventriculus tertius cerebri s. medius*) und in zwei, in den Hemisphären des grossen Hirnes liegende paarige Seitentheile — die Seitenventrikel des Gehirns (*Ventriculi laterales cerebri*). Letztere stellen seitliche Ausstülpungen des ersteren dar, sind horizontal abgeplattete Räume, die nach vorn, hinten und seitwärts hörnerartige Ausbuchtung — das Vorder-, Hinter- und Seitenhorn genannt — bilden. Ihre Verbindung mit dem dritten Hirnventrikel ist das Foramen Monroi. Der Ventriculus tertius stellt einen senkrechten weiten Spalt dar, der, zwischen beiden Hemisphären liegend, beiderseits von den Sehhügeln begrenzt wird. Nach hinten steht dieser Hirnventrikel mit dem Vierhügelkanal in Verbindung; ausserdem eröffnet sich aber auch sowohl er, als auch der Seitenventrikel (das Seitenhorn desselben) noch nach aussen durch einen grossen Querspalt (*Fissura transversa encephali anterior s. cerebri*), dessen mittlerer Theil zwischen dem Balken und den Vierhügeln liegt, während

seine beiden Seitenschenkel zwischen den grossen Hirnschenkeln und dem Innenrand des Unterlappen des grossen Hirns sich befindet.

Diese Höhlungen im Gehirn und Rückenmark sind Ueberreste fœtaler Bildung. Die embryonale Anlage dieser Centralorgane besteht nämlich aus einem häutigen Rohre, das aus dem Schlusse einer, anfänglich dorsalwärts offenen Rinne (Fig. 523) hervorgeht, und dessen Kopfende (Fig. 524) unter gleichzeitiger Erweiterung seiner Höhlung den Ausgangspunkt für die Bildung des Gehirns abgibt, während der Rückgratstheil zum Rückenmark wird. Die Weite dieses Markrohres vermindert sich im Laufe der Entwicklung in dem Maasse mehr und mehr, als durch Ablagerung von Nervensubstanz die Dicke seiner Wandung

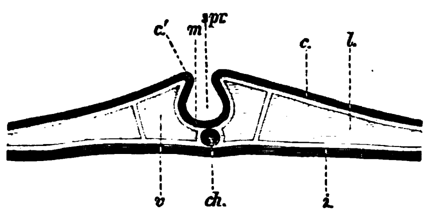



Fig. 523. Schematischer Querschnitt durch die Embryonalanlage vor Schluss der Rückenfurche. *ch* Chorda dorsalis. *spr* Primitivfurche. *m* Medullarplatte, in die Form einer Furche gelegt. *c* Hornblatt. *c'* Uebergang der Medullarplatte in das Hornblatt. *v* Urwirbel. *l* Seitenplatten. *i* Darmdrüsenblatt.

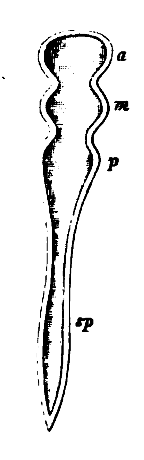



Fig. 524. Schema der ersten Anlage des Gehirns und Rückenmarkes. *a* Vordere Hirnblase. *m* Mittlere Hirnblase. *p* Hintere Hirnblase. *sp* Rückenmark.

zunimmt, bis schliesslich von der ursprünglichen Höhlung nur so viel übrig bleibt, als bei vollendeter Ausbildung des Gehirnes angetroffen wird.

Die Erweiterung des Kopfendes des ursprünglichen Medullarrohres scheidet sich durch Einschnürungen in drei blasenförmige Abtheilungen — die sog. Hirnblasen, — welche die erste Anlage für das gesammte Gehirn abgeben (Fig. 524). Aus der vordern Hirnblase (*a*) sprossen zwei seitliche Ausbuchtungen hervor, in welchen die Hemisphären des grossen Hirns sich bilden. Was von der Höhlung dieser Ausbuchtungen übrig bleibt, stellt die späteren Seitenventrikel dar, während die Höhlung des unpaar bleibenden Theils der vordern Hirnblase zum dritten Hirnventrikel wird. Die mittlere Hirnblase (*m*) bildet sich zu den Vierhügeln um. Ihre Höhle schliesst sich bis auf einen kanalförmigen Ueberrest, welcher der spätere Vierhügelkanal (sog. Aquaeductus Sylvii) ist. Die hintere Hirnblase (*p*) zerfällt durch Ausbuchtung auch in zwei secundäre, vor einander liegende Abtheilungen, von denen die vordere obere zum kleinen Hirn, die hintere untere zum verlängerten Mark sich umbildet. Was zwischen beiden von der Höhlung der ursprünglichen hintern Hirnblase übrig bleibt, stellt den vierten Hirnventrikel dar.

Da die vordere und hintere Hirnblase durch nachträgliche Theilung in zwei secundäre zerfallen, so besteht diesem nach die erste Anlage des Gehirns aus fünf Bläschen, von welchen v. Baer das erste, aus dem die Grosshirnhemisphären hervorgehen, das Vorderhirn, — das zweite, welches der unpaar gebliebene Theil der vordern ursprünglich einfachen Hirnblase ist und dessen Höhle zu dem dritten Hirnventrikel wird, das Zwischenhirn, — das dritte, in welchem die Vierhügel sich bilden, das Mittelhirn, — das vierte, aus dem das kleine Hirn hervorgeht, das Hinterhirn — und das fünfte, das zur Medulla oblongata sich umwandelt, das Nachhirn nannte. In neuerer Zeit wurde diese Eintheilung der fœtalen Hirnanlage auch auf das ausgebildete Gehirn angewendet und dieses, entsprechend den fünf ursprünglichen Hirnbläschen, in fünf Abtheilungen geschieden, denen die v. Baer'schen Bezeichnungen ertheilt wurden.

Diese Eintheilung des Gehirns auf Grund seiner Genesis hat nicht zu verkennende Vorzüge, insbesondere, wenn es sich um die Vergleichung der einfacheren Gehirnformen, die von der embryonalen Hirnanlage noch nicht sehr weit sich entfernt haben, wie dies bei den niederen Wirbelthieren der Fall ist, mit den vollkommneren der höheren Wirbelthiere und des Menschen handelt. Es lässt sich daraus die Erkenntniss gewinnen, wie die differenten Formen der letzteren aus den einfacheren der niedern Wirbelthiere und diese aus der, allen gemeinsamen embryonalen Anlage allmählig hervorgingen. Aber für das Verständniss der innern Organisation des Gehirns, seines Baues, ist diese Eintheilung weniger förderlich, ja die Zerfällung des grossen Hirns in Vorderhirn, Zwischenhirn und Mittelhirn ist gerade zu einem richtigen Einblick in die innere Organisation hinderlich, da natürlich zusammengehörige Hirntheile künstlich von einander geschieden werden. Dies mag es auch rechtfertigen, dass ich bei Betrachtung des Gehirns des Menschen und der höheren Wirbelthiere dieser Eintheilung nicht folgte. Ueberhaupt schien mir eine morphologische Untersuchung der ausgebildeten thierischen Organismen zu verlangen, dass die Disposition des der Betrachtung unterlegten Stoffes — wohin auch die Eintheilung gehört — nach dem Gewordenen getroffen werden müsse, und nicht nach dem, welches im Werden erst noch begriffen ist, zumal wenn das ausgebildete Organ, wie gerade das Gehirn, in so hohem Grade von seiner fœtalen Anlage morphologisch differirt.

Um den complicirten Bau des menschlichen Gehirns und seine Beziehung zu den in ihm waltenden Thätigkeiten nur annähernd verstehen zu können und an der Hand eines solchen Verständnisses auch die Verschiedenheiten, welche das Gehirn in der Reihe der Wirbelthiere darbietet, allmählig begreifen zu lernen, — muss man vor Allem berücksichtigen,

dass, wenn man die Summe der Hirnthätigkeiten als Seele zusammenfasst, man die Thätigkeiten dieser theils in solche scheiden muss, welche den Verkehr derselben mit den Körperorganen und durch diese mit der Aussenwelt unterhalten — sinnliche Sphäre der Seelenthätigkeiten, — theils in solche, welche auch ohne jenen Wechselverkehr mit dem Körper und der Aussenwelt sich schon offenbaren — intellectuelle Sphäre der Seelenthätigkeiten.

Die Denkthätigkeit schöpft zwar ihren Stoff hauptsächlich aus dem, was die Cerebrospinalnerven aus dem Körper und der Aussenwelt zuführen und im Gehirn zum Bewusstsein gelangen lassen, ohne welchen Sinnenverkehr jene wohl kaum sich entwickeln würde. Aber einmal zur Entwicklung gelangt, kann man sich dieselbe doch auch noch von Statten gehend denken, wenn selbst alle Sinnenthätigkeiten aufgehoben sind. Denn ein Mensch, dem plötzlich alle Sinnesnerven den Dienst versagten, so dass er keinerlei Kunde mehr erhielte weder von dem, was an seinem Körper, noch auch von dem, was in der ihn umgebenden Aussenwelt vor sich geht, würde wohl immer noch im Stande sein, über die Grösse und Härte des Unglückes, das ihn betroffen, nachzudenken.

Erwägt man nun, dass die Nerven- oder Markfasern nur Leiter der Reize sind, welche sie an einem ihrer beiden Enden treffen, die Nervenzellen dagegen die eigentlichen Träger der dem Nervensystem innewohnenden Kräfte sind, so darf man wohl annehmen, dass in dem Gehirn nur die Anhäufung der grauen Substanz den eigentlichen Heerd der ihm eigenthümlichen Seelenthätigkeiten bildet. Sind diese letzteren nun solche, welche in einem Verkehr mit dem übrigen Körper und mit der Aussenwelt bestehen, so müssen diejenigen, von grauer Substanz gebildeten Theile des Gehirns, in welchen die centralen Enden der Cerebrospinalnervenbahnen liegen, die Heerde dieser sinnlichen Seelenthätigkeiten sein, während diejenigen grauen Hirnbildungen, deren Nervenzellen mit Nervenfasern in Verbindung stehen, die nicht, wie dort, nur mit ihrem centralen Ende im Gehirn, mit ihrem peripherischen dagegen ausserhalb desselben, in den Körperorganen, liegen, — sondern von den Zellen eines grauen Substanzbezirkes zu denen eines andern innerhalb des Gehirns sich begeben, also mit beiden Enden in letzterem verbleiben, — im Dienste jener innerlichen Vorgänge stehen, welche die höheren Seelenthätigkeiten darstellen, die beim Menschen zur höchsten Entwicklung gelangen und den Geist desselben bilden.

Prüft man, an der Hand dieser Erwägungen, die innere Beschaffenheit, den Bau des Gehirns, so zeigt das verlängerte Mark schon dadurch wesentlich complicirtere Verhältnisse als das Rückenmark, dass

sowohl die von letzterem ihm zugehenden Elemente seiner Marksubstanz, als auch die seiner grauen Substanz in anderer Weise sich zusammenordnen als in diesem, und dadurch Bildungen hervorruft, die dem Rückenmark mehr oder weniger fremd blieben.

In seiner grauen Substanz, die grösstentheils auch noch im Innern liegt, nur dorsalwärts, wo sein Inneres durch Bildung der Fossa rhomboïdalis sich aufschliesst, an die Oberfläche gelangt, — hat ein Theil der Elemente der Cerebrospinalnerven sein centrales Ende; ja eine Anzahl von Cerebralnerven scheinen ihr Haupt-Centrum darin zu haben, da wenigstens die Thätigkeiten einiger Körperorgane (z. B. die Athemthätigkeit) ihren hauptsächlichsten Impuls von hier erhalten. Wenn nun schon die Lebensvorgänge im verlängertem Marke, zum Theil noch unbewusst und willenlos, automatisch von Statten gehende sind, so gibt doch ein Theil seiner grauen Substanz auch den Centralheerd für bewusste Vorgänge und Willensäusserung ab, da wenigstens ein Theil der von der Medulla oblongata abhängigen Körperthätigkeiten mit Bewusstsein und unter Willenseinfluss vor sich gehen.

Während nun ein Theil der Elemente der Cerebrospinalnerven entschieden in der grauen Substanz der Medulla oblongata ihr centrales Ende erreichen, geht ein anderer Theil derselben einfach nur durch dieselbe hindurch, um in Verbindung mit solchen, die von Nervenzellen der grauen Substanz desselben neu ausgehen, zum kleinen und grossen Hirn emporzusteigen. Soweit wäre das verlängerte Mark nach Bau und Funktion nur ein höher potenzirtes Rückenmark. Allein ausser dem Angeführten kommen dem verlängerten Marke noch Bildungen zu, die es dem kleinen und grossen Hirn verwandter machen und den Uebergang zu dem Bau der letzteren verbreiten. Nämlich ausser denjenigen Markformationen, deren Fasern mit dem einen Ende in den Nervenzellen der grauen Substanz des verlängerten Markes oder des kleinen und grossen Hirns, mit dem andern ausserhalb dieser Centraltheile in den Körperorganen liegen, mit denen die Cerebrospinalnerven in Verbindung stehen, — besitzt es auch noch solche, welche aus Fasern bestehen, die mit beiden Enden in ihm liegen, also verschiedene Abtheilungen seiner grauen Substanz unter einander verknüpfen. Sie umfassen theilweise äusserlich, theilweise im Innnern diejenigen Markzüge, welche der Länge nach das verlängerte Mark durchziehen, haben zu diesem mehr einen transversalen Lauf und werden als Gürtelformation zusammengefasst. Diesen müssen wohl funktionelle Leistungen schon zukommen, die dem Rückenmark noch abgingen, aber denen des kleinen und grossen Hirns verwandter sind, weil solche Bildungen auch hier, wo sie nur entwickelter sind, sich wiederholen.

Kleines und grosses Hirn stehen einander bezüglich ihres Baues viel näher, als dem verlängerten Marke, obschon Bildungen, die den Uebergang verbreiten, dem letztern nicht fehlen.

Dem kleinen und grossen Hirn liegt bis zu einem gewissen Grade ein gemeinsamer Plan zu Grunde, nach dem beide sich aufbauen, der im ersteren nur auf tieferer Stufe der Ausbildung stehen bleibt, während er im letzteren zur vollkommensten Entfaltung gelangte.

Zu den Hemisphären des kleinen wie grossen Hirns treten strangförmige Markfortsätze des verlängerten Markes als deren Stiele (*Pedunculi*) ein, welche die Bahnen darstellen, durch die sowohl Erregungen, welche die Cerebrospinalnerven, das Rückenmark und die Medulla oblongata zuführen, centripetal nach dem kleinen und grossen Hirn, — als auch motorische Erregungen, die von diesen ausgehen, centrifugal nach aussen geleitet werden. Nur schliessen die Stiele des grossen Hirns in ihrem Innern noch etwas graue Substanz (*Substantia nigra*) ein, welche einzelnen ihrer Faserelemente ein centrales Ende gewähren, während die Stiele des kleinen Hirns solcher grauen Einlagerungen gänzlich entbehren.

In beiden Hirnen treten die Faserelemente dieser Hirnstiele zu Anhäufungen grauer Substanz, die kernartig im Innern der Hemisphären derselben liegen, — im kleinen Hirn den grauen Kern desselben (*Nucleus cinereus cerebelli s. corpus dentatum*), — im grossen Hirn die Hirnganglien (*Ganglia cerebri*) darstellen, in deren Nervenzellen die Fasern der Hirnstiele, wenn vielleicht auch nicht ausschliesslich, so doch hauptsächlich ihr centrales Ende finden. Solcher Hirnganglien gibt es drei Paare, ein hinteres, mittleres und vorderes Paar, die wie Knöpfe auf dem Hirnstiel aufsitzen.

Das hintere Paar stellt die Vierhügel (*Corpora quadrigemina*) dar, welche die kleinsten und in der Medianlinie, bis auf eine äusserlich sie scheidende Längsfurche, mit einander verwachsen sind. Dadurch, dass diese beiden länglichen Hügelmassen auch noch eine quere, mit jener sich kreuzende Einfurchung erhielten, stellen sie eine vierhügelige Anschwellung dar; daher der Name. Unter ihm geht ein Kanal — der sog. Aquaeductus Sylvii — durch, der den vierten Hirnventrikel mit dem dritten verbindet. Vor den beiden vordern Hügeln liegt die hintere Hirncommissur und über dieser die Zirbel, welche die beiden mittleren Hirnganglien verknüpfen. Diese oder das mittlere Ganglien-Paar sind schon mächtiger, und die beiderseitigen Hügelmassen sind nicht allein nicht mehr in der Medianlinie mit einander verwachsen; sondern durch einen weiten Spalt, den sog. dritten Hirnventrikel, sogar von einander getrennt. Nur eine schwache verbindende graue Masse — die mittlere

oder weiche Hirncommissur — erscheint als Ueberrest der bei den vorhergehenden bestandenen engen Verbindung. Da die Sehnerven zum Theil aus ihnen ihren Ursprung nehmen, erhielten sie den Namen der Sehhügel (*Colliculi s. Thalami optici*). Der von grauer Substanz gebildete Boden der zwischen ihnen liegenden dritten Hirnhöhle senkt sich vorn trichterförmig nach unten — Hirntrichter (*Infundibulum cerebri*), so dass an der untern Fläche des Gehirns dadurch eine kegelförmige graue Vorragung — Tuber cinereum — entsteht, welche mit ihrem dünnen Ende, in das sie ausläuft, ein haselnussgrosses, graues, gefässreiches, räthselhaftes Gebilde, den sog. Hirnanhang (*Hypophysis cerebri*), trägt.

Das vordere Ganglien-Paar, gewöhnlich die Streifenhügel genannt, ist das mächtigste und seine beiderseitigen Massen sind noch weiter von der Medianlinie gewichen und tiefer in die Hemisphären eingebettet. Ihre Trennung von einander ist auch nicht mehr durch eine zwischen ihnen einschneidende spaltförmige Höhle, sondern durch ein markiges Septum — Septum pellucidum — vollzogen. Die das Innere dieser Hügel bildende graue Masse wird bedeutender, als bei den vorhergehenden, durch die von den Hirnschenkeln von unten eintretenden Markfasern zerklüftet, wodurch theils die sogenannten Kerne (*Nucleus caudatus lentiformis et taeniaeformis*), theils die Streifung entsteht, in welcher weisse mit grauer Substanz abwechseln. Verknüpft werden die beiden vordern Hirnganglien untereinander nur durch die vordere Hirncommissur.

Von den Nervenzellen dieser grauen Kerne gehen wieder Markfasern aus, die strahlig nach der Hirnoberfläche ziehen, wo ihre Enden mit den Zellen einer grauen Substanzlage in Verbindung treten, die rindenartig die Oberfläche beider Hirne deckt und die Klein- und Grosshirnrinde (*Cortex cerebelli et cerebri*) darstellt. Man kann diese von den Hirnkernen strahlig ausgehende und die letztern mit der Hirnrinde verknüpfende Markformation die Markstrahlung des kleinen und grossen Hirns bezeichnen.

Die Rinde beider Hirne überzieht die Oberfläche derselben nicht glatt, sondern erscheint in zahlreiche Falten gelegt, deren Einbiegungen die Hirnfurchen und Spalten darstellen, während ihre Ausbiegungen die Blättchen und Läppchen am kleinen, und die Hirnwindungen und Lappen am grossen Hirn veranlassen. Da durch diese Faltenbildung die Rinde eine viel grössere Flächenausbreitung erlangt, als ohne dieselbe, und diese Flächenvergrösserung der Rinde, um so nothwendiger wird, je grösser die Menge der sie bildenden Elemente und die Zahl der von Innen zu letzteren tretenden Fasern der Markstrahlung ist, — so muss die Faltenbildung ein äusserer Ausdruck sein für die Mächtigkeit sowohl der Formation der

Markstrahlung als auch der Rinde, wie auch für das Maass der Entwicklung der in diesen Bildungen waltenden Thätigkeiten.

Im kleinen wie im grossen Hirn stehen die Nervenzellen nachbarlicher Windungen oder nachbarlicher Blättchen und Läppchen durch Markfaserzüge mit einander in Verbindung, die von einer Wendung oder einem Blättchen ausgehen, unter der Hirnfurche bogig durchziehen und in die nächste Windung oder das nächste Blättchen oder Läppchen emporsteigen.

Diese Bogenfaserformation, die von Burdach Massa explementi bezeichnet wurde, ist indess am kleinen Hirn nur schwächlich, kaum erkennbar entwickelt, dagegen am grossen Hirn mächtig ausgebildet und wird hier noch durch eine andere ähnliche Formation verstärkt, welche aus zum Theil ansehnlichen Markzügen besteht, deren Fasern die Rinde von entfernter gelegenen Windungen derselben Hemisphäre mit einander in Verknüpfung bringen (Fasciculus longitudinalis, arcuatus, uncinatus, fornicatus). Wenn man die Zellen der grauen Substanz der Rinde als die Träger gewisser seelischer Kräfte betrachtet, so kann man wohl die eben geschilderten Bildungen als den äusseren Ausdruck einer Vereinigung nachbarlicher oder von einander entfernter Bezirke der grauen Rinde zu gemeinsamer Action oder gegenseitiger Verstärkung ansehen.

Wie durch vorausgehende Formationen differente Rindentheile derselben Hemisphäre mit einander in Verband gesetzt wurden, wird auch die gesammte Rinde der Hirnhemisphäre der einen Seite mit derjenigen der andern Seite durch eine Markformation in Verbindung gebracht, die am kleinen Hirn die Brücke, am grossen den Balken darstellt. Beide werden von querlaufenden Fasern gebildet, deren eines Ende von den Zellen der grauen Rinde der einen Hemisphäre ausgehen, eine Strecke weit zwischen den Fasern der Markstrahlung durchziehen, dann aus der Hemisphäre heraus und in die anderseitige wieder eintreten, um sich in den Zellen der entsprechenden Theile der Rinde dieser Hemisphäre zu endigen. Die Mitteltheile dieser mächtigen Markformation, welche zwischen beiden Hemisphären frei liegen, bilden am kleinen Hirn die eigentliche Brücke (*Pons*), am grossen den eigentlichen Balken (*Corpus callosum*), während die in den beiderseitigen Hemisphären liegenden peripherischen Seitentheile, wegen ihrer strahligen Anordnung, dort Brückenstrahlung, hier Balkenstrahlung genannt werden können. Mit der Markstrahlung bildet sie im Innern jeder Hemisphäre jene, die grauen Hirnkerne umschliessende mächtige Markmasse, die auf Durchschnitten als eine einheitliche erscheint und Markkörper des kleinen und grossen Hirns bezeichnet zu werden pflegt.

Bis hierher ist der gemeinsame Plan des Baues des kleinen und grossen Hirns nicht zu verkennen. Aber ausser diesen geschilderten An-

ordnungen kommen beiden noch Besonderheiten zu, indess weniger dem kleinen, als dem grossen Hirn. Am kleinen Hirn ist nur das Eine hervorzuheben, dass aus den beiden Hemisphären desselben, und zwar vorzüglich aus deren grauem Kerne noch zwei Markfortsätze hervorkommen, die nach vorn zu den Kernen des grossen Hirns ziehen — die sog. Crura cerebelli ad cerebrum s. ad corpora quadrigemina — sonach kleines und grosses Hirn in Verbindung bringen und Erregungen von ersterem zu letzterem und umgekehrt zu leiten bestimmt sind.

Im grossen Hirn finden sich noch auffallendere Einrichtungen, die ihm eigenthümlich sind. Sie bestehen 1) in strangförmigen Markformationen, welche Commissuren der beiderseitigen Hirnganglien darstellen, d. h. aus querlaufenden Fasern bestehen, deren eines Ende in den Nervenzellen der Hirnganglien der einen Seite, ihr anderes in denen der andern Seite liegt (*Commissurae cerebri, anterior et posterior*); 2) in einem aus grauer Substanz bestehenden unpaaren, kleinen, tannenzapfähnlichen Gebilde — der sog. Zirbel (*Conarium s. Glandula pinealis*), welches vor und auf den hintern Hirnganglien seine Lage hat und durch seine Markfasern, die von seiner grauen Substanz ausgehen, theils mit den mittleren Hirnganglien, theils auch mit dem nachfolgenden Gebilde, dem Gewölbe, in Zusammenhang steht; 3) in einem eigenthümlichen schraubenförmig gewundenen Markgebilde, das nach seiner Form und Lage das Gewölbe (*Fornix cerebri*) genannt wird. Es stellt eine aus Markfasern bestehende Bildung dar, welche die mannigfaltigste Verknüpfung zwischen dem grauen Kernbezirk der Hemisphäre und deren Rinde vermittelt. Die dasselbe bildenden Markfasern gehen von den mittleren Hirnganglien aus, steigen zur untern Fläche des grossen Hirns herab — Radix descendens, — bilden unter schleifenförmiger Umbiegung und Untermengung mit grauer Substanz hier die Corpora candicantia, steigen, in die graue Substanz des Hirntrichters eingebettet, wieder in die Höhe — Radix ascendens, — gehen, indem sie aus jener hervortreten und vor den mittleren Hirnganglien und der zwischen letzteren liegenden dritten Hirnkammer emporziehen, in die sog. Säulchen des Gewölbes (*Columnae fornicis*) über, geben sodann hier Markabzweigungen ab zur Bildung des Septum pellucidum, der Stria terminalis und medullaris, wodurch sie mit dem Balken, den Hirnganglien und der Zirbel in Verbindung gebracht werden, — vereinigen sich hiernach zu dem, ein dreieckiges plattes Markgebilde darstellenden, den dritten Hirnventrikel deckenden und an der untern Fläche des Balkens angewachsenen Körper des Gewölbes, trennen sich aber an dessen hinterem Ende wieder in zwei aus einander weichende platte Züge — die sog. Schenkel des Gewölbes — und gehen in Gemeinschaft mit der Ausstrahlung des hintern Endes des Balkens theils in die In-

nenwand des Hinterhorns des Seitenventrikels, theils in den Boden des absteigenden Hornes desselben aus, um hier mit der grauen Substanz einzelner, von aussen herein sich stülpender Hirnwindungen in Verbindung zu treten und mit diesem Theil der Hirnrinde die, in diesen Höhlungen sichtbaren wulstförmigen Gebilde zu erzeugen, die im Hinterhorn die sog. Vogelsklaue (*Calcar avis s. Pes hippocampi minor*), im Seitenhorn das Ammonshorn oder der grosse Seepferdefuss (*Cornu ammonis s. Pes hippocampi major*) bezeichnet werden. Dieses Gewölbe ist sonach eine höchst eigenartige Markformation des grossen Hirns, das mit allen übrigen Bildungen beider Hemisphären in Verbindung steht. Für die durch das grosse Hirn sich äussernden höhern Seelenthätigkeiten muss dieses Gebilde wohl auch von ganz besonderer Wichtigkeit sein. Welche Rolle ihm dabei zukommt, darüber wissen wir allerdings nichts. Allein so viel lässt sich wohl darüber aussagen, dass, wie anatomisch verschiedene Hirngebilde durch dasselbe mit einander in Verbindung gesetzt werden, es wohl auch die verschiedenen Hirnthätigkeiten mit einander verknüpft, eine auf die andere einen Einfluss üben lässt und dadurch eine einheitliche und harmonische Action herbeiführt.

---

Wirft man auf die Hirngebilde noch einmal einen Rückblick, so kann man nicht verkennen, dass die Mannigfaltigkeit derselben eben so gross ist, als die der Hirnthätigkeiten. Man ist also auch berechtigt, anzunehmen, dass, wie die differenten Körperorgane die Träger differenter Functionen sind, auch das Gleiche für die Gebilde des Gehirns wohl angenommen werden darf, sie auch das materielle Substrat für die verschiedenen Thätigkeiten sind, welche durch das Hirn sich offenbaren. Allerdings sind wir noch nicht in der Lage, von diesen verschiedenen Gebilden des Gehirns angeben zu können, welchen Thätigkeiten das eine, und welchen das andere dienstbar sei. Was man in dieser Beziehung bei Verletzung und Krankheiten des Gehirns beim Menschen und durch Experimente an Thieren hat kennen gelernt, gestattet nur unsichere und zweifelhafte Schlüsse auf die den einzelnen Gehirntheilen inne wohnenden Thätigkeiten. Vom grossen Hirn lässt sich nur so viel aussagen, dass die Hirnganglien, da sie durch die Hirnschenkel mit den meisten Cerebrospinalnervenbahnen in Verbindung stehen, den Hauptheerd derjenigen Thätigkeiten bilden, die in einem Verkehr der Seele mit dem Körper und der Aussenwelt bestehen, während die übrigen Bildungen, welche jene umlagern und aus der Markstrahlung mit der Rinde, aus dem peripherischen Bogenfasersystem, aus dem Balken, seiner Markstrahlung und aus dem Gewölbe mit seinen Anhangsgebilden bestehen — da sie sämmtliche

Markfasern enthalten, welche mit ihren beiden Enden im Hirn liegen, und mit Nervenzellen desselben in Verbindung stehen, — wohl den Sitz der höheren Seelen- und Verstandesthätigkeiten abgeben. Die letzteren Bildungen machen auch die Hauptmasse der Grosshirnhemisphären aus, umschliessen die Hirnganglien fast allseitig, daher sie auch als Hirnmantel (*Pallium cerebri*) zusammengefasst werden, während die Ganglien, die, wie der Kern in der Schale, darin eingeschlossen sind, als Hirnkern unterschieden werden.

Die Ausbildung des Hirnmantels steht mit der Ausbildung der höheren Seelenthätigkeiten in geradem Verhältniss. Beim Menschen ist er um so mehr entwickelt, je höher die Stufe ist, zu welcher die Ausbildung dieser gelangte. Ebenso tritt seine Ausbildung um so mehr in der Reihe der Wirbelthiere zurück, je mehr seine Thätigkeiten in Wegfall kommen.

#### β) Vom Gehirn und Rückenmark der Wirbelthiere.

Während das Rückenmark bei den Wirbelthieren mehr Gleichförmigkeit zeigt, bietet das Gehirn eine Verschiedenheit und Mannigfaltigkeit in Form und Ausbildung dar, wie kaum ein anderes Organ in höherem Grade.

Diese Verschiedenheiten lassen sich im Allgemeinen schon begreifen, wenn man erwägt, dass, wie andere Körperorgane weniger zur Ausbildung kommen oder ganz schwinden, wo die Anforderung an ihre functionelle Leistung eine geringere wird oder diese ganz wegfällt, — in gleicher Weise auch die verschiedenen Bildungen des Gehirns, welche ebenfalls Träger verschiedener Thätigkeiten sind, verschiedene Grade der Ausbildung wohl zeigen müssen oder einzelne selbst ganz schwinden werden, wo die Functionen derselben beschränktere sind oder ganz fehlen.

Da nun von den zwei Seiten der Hirnthätigkeiten die intellectuelle selbst bei den höchststehenden Säugethieren stets bedeutend weniger ausgebildet ist, als beim Menschen, und in der Reihe der Wirbelthiere, von den höheren zu den niederen, in immer beschränkterem Maasse sich kund gibt, bis sie schliesslich ganz zu schwinden scheint, — während die sinnliche bei allen Thieren vorhanden ist, nur nach der Verschiedenheit der Lebensverhältnisse, nach der grösseren Mannigfaltigkeit oder Einförmigkeit des Verkehres mit der Aussenwelt doch wieder verschieden ausgebildet sich zeigt, — so wird das Gehirn selbst bei den höchststehenden Wirbelthieren unvollkommener sein, als das menschliche. Die Abänderungen und Rückbildungen, welche es von den obern Klassen bis zu den tiefer stehenden erleidet, betreffen vorwiegend den Mantelbezirk. Mit dem Schwinden des letzteren bleiben nur diejenigen Bildungen übrig, welche vorzüglich die Träger derjenigen Functionen sind, welche mit den Körperbewegungen, mit den Sinneswahrnehmungen, mit der Lebens- und

Ernährungsweise des Thieres und mit der Fortpflanzung seiner Gattung in Beziehung stehen.

Wenn uns die Functionen der einzelnen Hirntheile eben so sicher bekannt wären, als wir wissen, dass der M. triceps brachii den Ellenbogen streckt, die Leber Galle absondert, das Herz die Blutbewegung bewirkt u. s. w., so könnten wir an der Hand der Abänderungen, welche Form und Bau des Gehirns bei den Thieren erleiden, ein ebenso vollständiges Verständniss für die Abänderungen der Hirnfunctionen der Thiere gewinnen, als wie das Verständniss für die Verschiedenheiten und Abänderungen, welche die physiologischen Leistungen der übrigen Körperorgane in der Reihe der Thiere erfahren, durch die Kenntniss der Abänderungen, welche Form und Bau derselben erleiden, ermöglicht wird. Allein, da einestheils unser Wissen von den Functionen des menschlichen Gehirns noch nicht soweit gediehen ist, um nach den Verschiedenheiten und Abänderungen, welche der Bau des Wirbelthiergehirns jenem gegenüber zeigt, die functionellen Abänderungen und Verschiedenheiten bemessen zu können, anderntheils auch wir mit dem Leben der Thiere und dessen Eigenthümlichkeiten noch zu wenig vertraut sind, um daraus gültige Schlüsse auf die Bedeutung der Abänderungen des Hirnbaues derselben ziehen zu können, — so bleiben die meisten Verschiedenheiten, welche die Anatomie des Gehirns der Thiere uns lehrt, zur Zeit noch für die Erkenntniss und Beurtheilung der Verschiedenheiten der Hirnfunctionen mehr oder weniger unverwerthbar. Wir müssen deshalb für jetzt uns darauf beschränken, die morphologischen Verschiedenheiten und die Abänderungen, welche der Hirnbau des Menschen in der Reihe der Thiere erfährt, einstweilen nur zu constätiren, um wenigstens das Material für eine künftige Functionslehre des Gehirns vorzubereiten.

a) *Vom Rückenmark der Wirbelthiere.*

Es bietet nicht so zahlreiche Verschiedenheiten in seiner Gestaltung und Anordnung dar, als das Gehirn. Seiner Masse nach prävalirt es über letzteres um so mehr, je kleiner und einfacher dieses auftritt. Meistens ist es ein, der Länge des Kanals der Wirbelsäule entsprechender Markstrang von mehr oder weniger rundlicher, nur selten (wie bei den Cyclostomen) ganz platter Form, welcher die mit doppelten Wurzeln entspringenden Spinalnerven nach beiden Seiten entsendet und ganz allgemein in seinem Innern den Centralkanal enthält. Auch eine mediane Längsspalte oder Längsfurche an seiner ventralen und dorsalen Fläche kommt fast überall vor. Beim Uebergang in's Gehirn eröffnet sich der Centralkanal zu der überall vorhandenen Rautengrube (*Sinus rhomboïdalis*). Bei den Vögeln kommt die Bildung einer solchen

auch am Lendentheil des Rückenmarkes — Sinus rhomboïdalis posterior — vor (Fig. 525 *rh'*).

Wo starke Spinalnerven vom Rückenmark abgehen, ist der Umfang des letztern durch Vermehrung seiner im Innern liegenden grauen Substanz grösser, als da, wo die Spinalnerven schwächer sind. Daher bei allen Wirbelthieren mit 4 Gliedmassen, ähnlich wie beim Menschen an der Abgangsstelle der starken Gliedmassennerven, zwei Anschwellungen (Fig. 525 *J.c J.l*) am Rückenmark sich finden, eine vordere (*Intumescentia cervicalis*) am Abgang der starken Armnerven, und eine hintere (*Intumescentia lumbalis*), welche den starken Schenkelnerven entspricht. Wo ein Gliedmassenpaar in Wegfall kommt, fehlt dann auch die entsprechende Rückenmarksanschwellung, und wo beide Gliedmassenpaare fehlen, werden auch beide Anschwellungen vermisst. Daher bei Cetaceen, denen die hintern Gliedmassen mangeln, nur die vordere Anschwellung sich vorfindet, und bei den Schlangen, denen die Gliedmassen ganz fehlen, auch beide Anschwellungen fehlen. Bei Bipes, wo die vorderen Gliedmassen fehlen, die hintern dagegen, wenn auch zu Stümmeln verkümmert, vorhanden sind, soll nur die vordere Anschwellung, — und bei Chirotes, dem nur die vordern Gliedmassen zukommen, die hintern Anschwellungen fehlen (R. Wagner).

Wo einzelne Spinalnerven besonders entwickelt sind, kann das Rückenmark sogar diesen Einzelnerven entsprechende Anschwellungen zeigen, wie dies namentlich bei einigen Fischen, z. B. bei Trigla, Exocœtus u. a. gefunden wird, wo dieselben dem Abgange der starken Nerven für die grossen Brustflossen entsprechen (Fig. 526).

Bei den meisten Wirbelthieren zieht

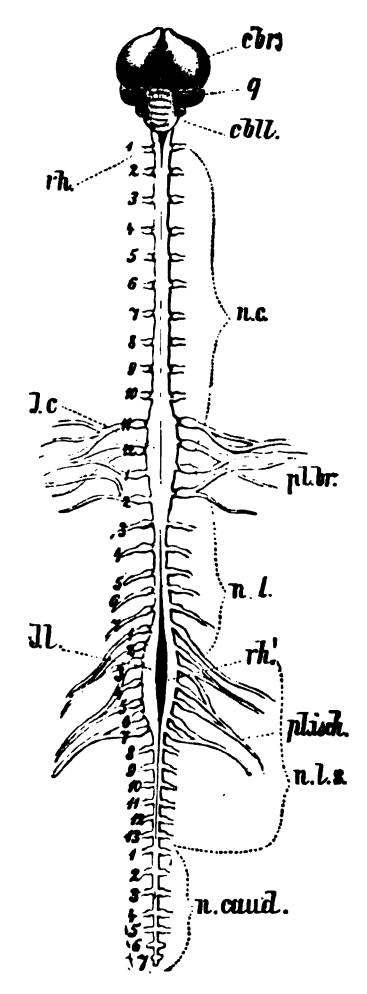



**Fig. 525.** Gehirn u. Rückenmark von der Haustaube (*Columba domestica*), nach E. D'Alton. *cbr* Grosses Hirn (*Cerebrum*). *q* Vierhügel (*Corp. quadrigemina*). *cbll* Kleines Hirn (*Cerebellum*). *rh* Sinus rhomboïdalis anterior. *nc.* Nervi cervicales. *Ic* Intumescentia cervicalis. *pl.br* Plexus brachialis. *n.l* Nervi lumbales. *I.l* Intumescentia lumbalis. *rh'* Sinus rhomboïdalis posterior. *pl.isch* Plexus ischiadicus. *n.caud.* Nervi caudales.

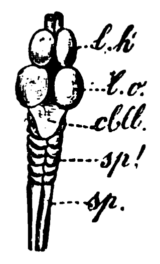



**Fig. 526.** Gehirn von Trigla adriatica. *l.h* Lob. haemisphaericus. *l.o* Lob. opticus. *cbll* Cerebellum. *sp* Medulla spinalis. *sp'* Anschwellungen des Anfangstheils derselben, von welchem die starken Nerven der grossen Brustflossen entspringen.

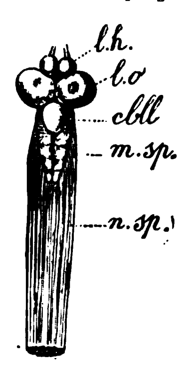



**Fig. 527.** Gehirn und Rückenmark von Orthagoriscus mola. *l.h* Lob. haemisphaericus. *l.o* Lob. opticus. *cbll* Cerebellum. *m.sp* Medulla spinalis, sehr verkürzt und einzelne Anschwellungen zeigend. *n.sp* Lange Wurzeln der Spinalnerven.

sich das Rückenmark durch den ganzen Kanal der Wirbelsäule hindurch, ähnlich, wie in der frühesten Zeit des menschlichen Foetus. Doch bei manchen zieht es sich, gleich wie beim Menschen, mehr oder weniger zurück, und gibt dadurch Anlass zur Bildung der sog. Cauda equina.

Bei den Säugethieren ist dieselbe meistens schwach ausgebildet. Bei den Carnivoren und Affen etwas stärker und dem Menschen ähnlicher. Bei einigen Säugethieren indess, wie bei Chiropteren, beim Igel und Echidna, kann die Verkürzung der Medulla spinalis auch über das dem Menschen eigene Maass hinausgehen und in der Mitte der Rückengegend schon enden. Bei niedern Wirbelthieren, mit mehr kurzem gedrungenem Körper, wie unter den Amphibien bei den schwanzlosen Batrachiern ist auch das Rückenmark von kurzer gedrungener Gestalt. Den höchsten Grad der Verkürzung erfährt es indess unter den Fischen, bei Lophius, Orthagoriscus u. a. (Fig. 527), wo das ganze Rückenmark kaum die Länge des Gehirns übertrifft und mit den sämmtlichen Spinalnerven nur einer Cauda equina gleicht.

### b) *Gehirn der Wirbelthiere.*

#### aa) Der Säugethiere.

Das verlängerte Mark ist im Vergleich zum kleinen und grossen Hirn durchweg grösser, als beim Menschen; nur bei den Affen steht es im Verhältniss zur Grösse des übrigen Gehirns dem menschlichen näher. Die Oliven sind weniger ausgeprägt und enthalten, wie es scheint, nur bei Thieren, deren Hirn eine vollkommenere Ausbildung erlangte (Affen, Delphinen u. a.), die gezahnten Kerne. Die Kreuzung der Pyramiden scheint sich übrigens allgemein vorzufinden.

Am kleinen Hirn sind die Seitentheile oder Hemisphären unvollkommener, als beim Menschen, ausgebildet. Doch ergeben sich hier sehr verschiedene Grade der Rückbildung. Am vollkommensten noch, und dem menschlichen am ähnlichsten, ist das kleine Hirn der Affen (Fig. 528).

Weniger schon bei den Carnivoren (Fig. 529 *cbll*), Wiederkäuern, Einhufern, Robben u. a. In noch höherem Grade treten sie bei den Nagern (Fig. 530 u. 531), Chiropteren, Edentaten, Beutelthieren und be-

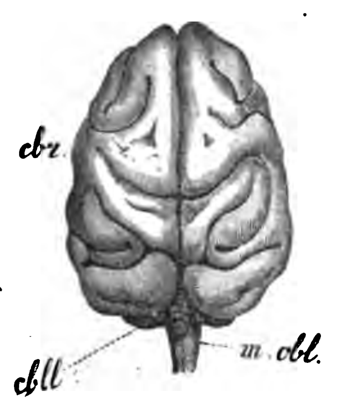



**Fig. 528.** Gehirn von Simia Inuus, von oben gesehen (1/2 natürl. Grösse). *cbr* Grosses Hirn (*Cerebrum*). *cbll* Kleines Hirn (*Cerebellum*). *m.obl* Verlängertes Mark (*Medulla oblongata*).




**Fig. 529.** Gehirn der Katze (*Felis domestica*), von oben dargestellt. *olf* Riechnerv (*N. olfact.*). *cbr* Grosses Gehirn (*Cerebrum*). *cbll* Kleines Gehirn (*Cerebellum*). *m.obl* Verlängertes Mark (*Medulla oblongata*).

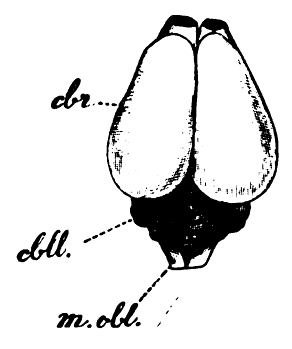



**Fig. 530.** Gehirn vom Eichhörnchen (*Sciurus vulgaris*), von oben gesehen. *cbr* Cerebrum. *cbll* Cerebellum. *m.obl* Medulla oblongata.




**Fig. 531.** Gehirn der (weiblichen) Wasserratte (*Hypudaeus amphibius*), von oben. *olf* N. olfactorius. *cbr* Cerebrum. *cbll* Cerebellum. *m.obl* Medulla oblongata.

sonders den Monotremen zurück, so dass der mittlere Theil, der sog. Wurm — über sie das Uebergewicht gewinnt. In gradem Verhältniss steht mit dieser Verkümmerung der Kleinhirnhemisphären auch die Rückbildung der Brücke (Fig. 532 *ps*). Eigenthümlich aber ist den Säugethieren das Auftreten einer ähnlichen Bildung dicht hinter der Brücke (*ps*), das sog. Trapezium (*Treviranus*) oder Corpus trapezoïdeum, welches beiderseits mit dem Nerv. facialis und acustivus in Verbindung steht. Die Furchen und Blätter haben meistens eine vorwiegend quere Stellung (Fig. 530 u. 531). Doch bei manchen sind sie unregelmässig, verschieden

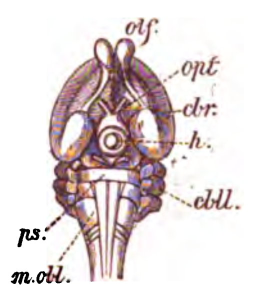



**Fig. 532.** Gehirn der (weiblichen) Wasserratte (*Hypudaeus amphibius*) von unten. *olf* N. olfactorius. *opt* N. opticus. *cbr* Cerebrum. *h* Hypophysis. *cbll* Cerebellum. *m.obl* Medulla oblongata. *ps* Pons Varolii, hinter derselben das Corpus trapezoïdeum. Nach Leuret et Gratiolet.

gewunden und asymmetrisch angeordnet (Fig. 533 *cbll*).

Das grosse Hirn erlangt im Vergleich zum Rückenmark und den Cerebrospinalnerven nirgends die Grösse des menschlichen, auch wenn es, wie bei grossleibigen Thieren, z. B. dem Elephanten, absolut grösser ist, als dieses. Die Lappen der Hemisphären sind allgemein weniger entwickelt, als beim Menschen, und der hintere fehlt sogar meistens ganz; daher das kleine Hirn unbedeckt bleibt. Nur bei den Affen, deren Grosshirnhemisphären ähnlich, wie beim Menschen, weiter nach hinten sich ver-




**Fig. 533.** Gehirn der Katze (*Felis domestica*), von oben dargestellt. *olf* Riechnerv (*N. olfact.*). *cbr* Grosses Gehirn (*Cerebrum*). *cbll* Kleines Gehirn (*Cerebellum*). *m.obl* Verlängertes Mark (*Medulla oblongata*).




**Fig. 534.** Gehirn von Simia Inuus, von oben gesehen (1/2 natürl. Grösse). *cbr* Grosses Hirn (*Cerebrum*). *cbll* Kleines Hirn (*Cerebellum*). *m.obl* Verlängertes Mark (*Medulla oblongata*).

längern, wird es von diesen beinahe ganz überdeckt (Fig. 534). Die Hirnfurchen und Windungen sind im Allgemeinen schwächer, als am menschlichen Gehirn und können selbst ganz mangeln. Beim Schnabelthier, manchen Nagern (Fig. 535), fehlen sie ganz. Auch bei einigen Beutelthieren und Edentaten, Chiropteren und Insectivoren

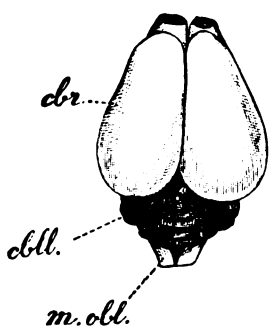



**Fig. 535.** Gehirn vom Eichhörnchen (*Sciurus vulgaris*), von oben gesehen. *cbr* Cerebrum. *cbll* Cerebellum. *m.obl* Medulla oblongata.

fehlen sie gleichfalls oder sind nur schwach angedeutet, selbst bei einigen kleinen Affen (*Midas*) können sie sehr schwach sein oder ganz mangeln. Bei dem Katzengeschlecht (Fig. 533) und dem Schwein sind sie schon stärker entwickelt. Noch zahlreicher sind sie bei andern Carnivoren (Canis, Lutra, Phoca), bei Wiederkäuern, Einhufern u. a. Bei letztern sind die Windungen schmal, bei den Affen dagegen breiter. Besonders gross und mit zahlreichen Windungen versehen ist das grosse Hirn des Elephanten. Am zahlreichsten indess sind die Windungen beim Delphin. Bei letzterem sind die Windungen auch asymmetrisch, während sonst sie mehr Symmetrie zeigen. Bemerkenswerth aber ist, dass, mögen sie symmetrisch oder asymmetrisch angeordnet sein, sie bei allen Individuen derselben Art stets in derselben Form wieder auftreten. Am nächsten kommt dem menschlichen Gehirn das der höchststehenden Affen (Orang-Utang, Gorilla), dessen Windungen zahlreicher als bei den übrigen Affen, und asymmetrisch sind.

Die Hirnhöhlen verhalten sich im Allgemeinen, wie im menschlichen Hirn; nur kommt das Hinterhorn des Seitenventrikels meistens in Wegfall, da bei den meisten Säugethieren die Hinterlappen der Grosshirnhemisphären fehlen. Daher nur bei den Affen dasselbe vorhanden ist, spurweise auch bei den Robben sich findet.

Bei niederen Säugethieren stehen die Vorderhörner der Seitenventrikeln mit den Riechfortsätzen der Vorderlappen des Gehirns in Verbindung.

Was die inneren Theile des grossen Hirns anbelangt, so sind die Gebilde des Hirnkernes nicht allein vorhanden, sondern auch einzelne selbst stärker entwickelt, als beim Menschen, während die Theile des Hirnmantels durchweg schwächer ausgebildet sich zeigen.

Die Vierhügel oder die hinteren Hirnganglien sind, mit Ausnahme der Affen, gewöhnlich von relativ bedeutenderer Grösse, als beim Menschen und werden bei den niedriger stehenden Ordnungen von den Hemisphären nur sehr unvollkommen überdeckt. Die Grösse der beiden Hügelpaare kann indess bei einzelnen Säugethieren wieder grosse Verschiedenheiten zeigen. Bei den Raubthieren pflegt das hintere Hügelpaar, bei Einhufern, Wiederkäuern u. a. das vordere grösser zu sein. Die äussere Trennung in 4 Hügel kann bei niedern Säugethieren (Schnabelthier) wegfallen und können nur 2 Hügel vorhanden sein.

Die Sehhügel oder mittleren Hirnganglien zeigen bezüglich ihrer Ausbildung ein den vorhergehenden in so weit entgegengesetztes Verhalten, als sie bei den höheren Ordnungen der Säugethiere stärker zu sein pflegen, wie bei den niederen, wo sie selbst von beiden Seiten nahe zusammenfliessen

können (Schnabelthier) — während die Streifenhügel oder vorderen Hirnganglien wieder bei niedrigeren Ordnungen (Edentaten, Chiropteren, Nagern u. a.) sich stärker zeigen.

Die Commissuren des Hirnkernes — Commissura posterior, media (mollis) und anterior — fehlen bei keinem Säugethier, und sind um so stärker ausgebildet, je mächtiger die durch sie verbundenen beiderseitigen Hirnganglien entwickelt sind.

Vor den Vierhügeln, mit diesen und den Sehhügeln in Verbindung stehend, liegt noch die sog. Zirbel (*Conarium s. Epiphysis*), welche ebenso allgemein vorzukommen scheint, wie die an der untern Hirnfläche, unter dem Boden des dritten Ventrikels sitzende Hypophysis cerebri (Fig. 532 *h*).

Von den Gebilden des Hirnmantels ist der Hirnfächer mit der Hirnrinde sehr verschieden entwickelt, im Ganzen aber wesentlich schwächer und unvollkommener, als beim Menschen, und nimmt seine Ausbildung in absteigender Ordnung bei den Säugethieren ab. In gleichem Verhältniss der Ausbildung steht der Balken, dessen Ausbildung durch die Entwicklung der Hirnrinde und der Hirnwindungen bedingt ist; daher er bei den niedern Säugethierordnungen kaum angedeutet ist, während er bei den höheren Säugethieren in aufsteigender Ordnung an Ausbildung so zunimmt, dass bei den höchststehenden Affen sein Verhalten menschenähnlich ist. Das Gewölbe und seine Anhangsgebilde sind allgemein vorhanden, wenn gleich unvollkommener ausgebildet, als beim Menschen. Der Pes hippocampi minor fehlt mit dem Hinterhorn des Seitenventrikels, mit Ausnahme der Affen, allen Säugethieren. Dagegen der Pes hippocampi major ist allgemein vorhanden, ja bei einzelnen (z. B. Nagern u. a.) selbst relativ recht gross. Die Corpora candicantia sind nur bei den höheren Thieren doppelt; bei den niedrigeren Ordnungen verschmelzen sie zu einer unpaaren Erhabenheit.

### bb) Gehirn der Vögel.

Es ist viel unvollkommener entwickelt, als bei den Säugethieren, schliesst nur an das der niedrigsten Ordnungen dieser (Monotremen, Beutelthiere) an.

Das verlängerte Mark ist noch relativ ansehnlich; das kleine Hirn (Fig. 535) dagegen zurückgebildet, hat seine Hemisphären bis auf unbedeutende Anhänge ganz eingebüsst, und besteht nur noch aus dem unpaaren Wurm. Daher auch die Brücke den Vögeln entweder gänzlich fehlt (Fig. 536) oder nur durch schwache quere Markfäden vertreten ist. Das grosse Hirn (*cbr*) besitzt zwei halbkugelförmige Hemisphären, die ohne Windungen sind oder bei denen nur Andeutungen davon (bei Papageien) sich vorfinden. Ihre Höhlen im Innern verhalten sich zwar im Allgemeinen,

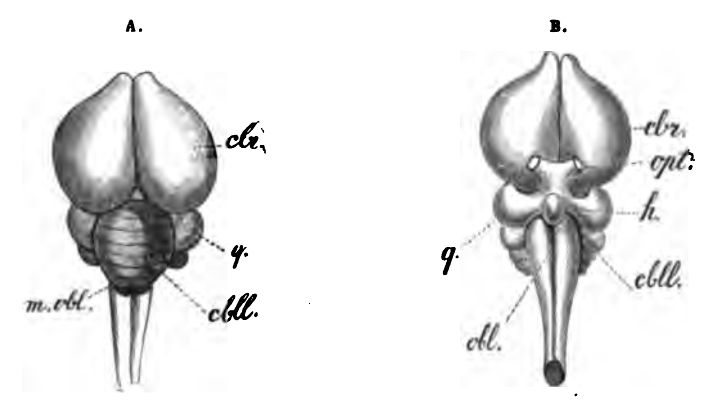



**Fig. 536.** Gehirn von Falco buteo (nach Bourgerie). A. von oben. B. von unten. *cbr* Grosses Hirn (*Cerebrum*). *q* Corp. quadrigemina, welche zwei ansehnliche, aber seitwärts gedrängte Anschwellungen darstellen. *cbll* Kleines Hirn (*Cerebellum*). *obl* Medulla oblongata, von keiner Brücke umschlossen. *h* Hypophysis. *opt* N. opticus.

wie bei Säugethieren, sind aber von geringerer Ausdehnung und fliessen mit dem dritten Ventrikel mehr zu einer Höhle zusammen, die auch mit den Riechkolben in Verbindung steht.

Die Gebilde des Hirnkerns prävaliren schon über die des Hirnmantels. Die Vierhügel sind von ansehnlicher Grösse, stellen aber nur ein Paar rundlicher Anschwellungen dar, welche zur Seite herabgedrängt sind. Die Sehhügel hingegen sind kleiner, während die Streifenhügel wieder grosse Anschwellungen darstellen; auch die vordere Hirncommissur ist dem entsprechend ansehnlich ausgebildet.

Der Hirnmantel ist nahezu auf das Minimum der Ausbildung herabgesunken. Der Hirnfächer mit den Hirnwindungen sind in hohem Grade rudimentär geworden, daher auch vom Balken kaum noch Spuren sich vorfinden und dem gleichen Schicksal auch das Gewölbe anheim fiel.

cc) Gehirn der Amphibien und Fische.

Bei diesen ist die Hirnbildung auf eine so tiefe Stufe herabgesunken, dass die Formen, in welche sie sich kleidet, nicht sehr viel von denen verschieden sich zeigen, welche beim Fœtus aus der ersten Anlage des Gehirns (vergl. S. 532) hervorgingen.

Am grossen Hirn sind von dem Mantelbezirke kaum noch Spuren vorhanden. Auch die Seitenventrikel desselben sind nur sehr rudimentär oder fehlen auch ganz. Was von den Theilen, die bei den höheren Thieren das grosse Hirn zu bilden pflegen, noch hier vorhanden ist, gehört dem Hirnkern der höheren Thiere an, entspricht den auf den Hirnschenkeln aufsitzenden Hirnganglien und stellt eine Reihe hintereinander liegender Anschwellungen dar (Fig. 536, 537 u. 538). Das vordere Paar (*l.h*) dieser Anschwellungen entspricht dem vordern Hirnganglienpaar oder den

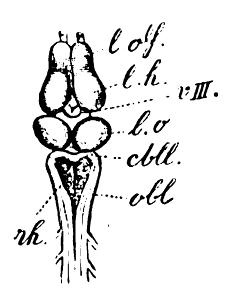



Fig. 537. Gehirn von Rana esculenta, von oben. *l.olf* Lobus olfactorius. *l.h* Lobus hemisphaericus (Vorderhirn). *vIII* Lobus ventriculi tertii (Zwischenhirn). *l.o* Lob. opticus (Mittelhirn). *cbll* Cerebellum (Hinterhirn). *obl* Medulla oblongata (Nachhirn). *rh* Sinus rhomboïdalis.

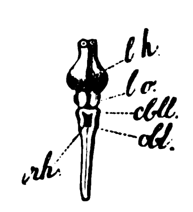



Fig. 538. Gehirn von Coluber natrix, von oben. *l.h* Lobus hemisphaericus. *l.o* Lobus opticus. *cbll* Cerebellum. *obl* Med. oblongata. *rh* Sinus rhomboïdalis.

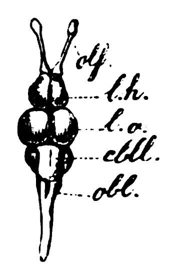



Fig. 539. Gehirn von Mugil capito, von oben. *olf* Nerv. olfactorius. *lh* Lobi hemisphaerici (Vorderhirn). *lo* Lobi optici (Mittelhirn). *cbll* Cerebellum (Hinterhirn). *obl* Medulla oblongata (Nachhirn).




Fig. 540. Gehirn von Chelonia midas, von oben. *l.olf* Lobus olfactorius. *lh* Lobus hemisphaericus (Vorderhirn). *lh'* Geöffnete Höhle desselben. *v.III* Lob. ventriculi tertii (Zwischenhirn). *lo* Lob. opticus (Mittelhirn). *cbll* Cerebellum (Hinterhirn). *obl* Medulla oblongata (Nachhirn) mit dem Sinus rhomboïdalis.

Streifenhügeln, gewöhnlich Lobi hemisphaerici genannt, weil sie die Grosshirnhemisphären der höheren Thiere vertreten. Bei den beschuppten Amphibien (Fig. 540), seltner bei den Fischen, haben sie noch eine Höhlung, welche den Seitenventrikeln höherer Thierordnungen entspricht. Nach vorn verlängern sie sich noch in die Riechfortsätze (*l.olf*), welche oft besondere Anschwellungen — sog. Lobi olfactorii — darstellen. Diese Lobi hemisphaerici mit den Riechfortsätzen bilden sich aus der vordern primitiven Hirnblase hervor (vergl. S. 532), daher sie auch als Vorderhirn unterschieden verden. Bei den Amphibien (Fig. 540), besonders den höheren, prävalirt noch dieses Vorderhirn über die nachfolgenden ganglíösen Anschwellungen. Bei Fischen (Fig. 539) kehrt sich meistens das Verhältniss um.

Das nächste rückwärts folgende Paar von Anschwellungen (*lc*) entspricht den hintern Hirnganglien oder den Vierhügeln der höheren Thiere und wird nach seinen Beziehungen zu den Sehnerven als Lobi optici bezeichnet. Seine Entwicklung geht aus der mittleren Hirnblase hervor, daher nach dieser es Mittelhirn heisst.

Zwischen diesem und dem Vorderhirn befindet sich noch ein un-

paarer, eine enge spaltartige Höhle umschliessender Theil (*v.III*), der aus dem unpaar bleibenden Theil der vordern Hirnblase sich entwickelt und nach diesem, sowie nach seiner Lage als Zwischenhirn unterschieden wird. Man vergleicht die Höhle dem dritten Ventrikel der höheren Thiere und die beiderseits sie umgebende Hirnmasse den mittleren Hirnganglien oder den Sehhügeln (*Thalami optici*), daher man den ganzen Bezirk auch Lobus ventriculi tertii bezeichnet. Bei den Amphibien (Fig. 537 u. 540) und bei den Selachiern unter den Fischen (Fig. 542 *v.III*) ist dieser Abschnitt sehr deutlich und offen zu Tage liegend, bei den Knochenfischen hingegen sehr verdeckt (Fig. 539) und, wie es scheint, in die Lobi optici oder das Mittelhirn aufgegangen, bei andern, z. B. den Chimaeren u. a. wohl auch mit dem Vorderhirn vereinigt. An seiner untern Fläche trägt dieser Lobus ventriculi tertii die niemals fehlende Hypophysis und hinter dieser liegen bei den Fischen ein Paar rundlicher Anschwellungen — Lobi inferiores —, welche durch das Hervortreten der, den dritten Ventrikel umschliessenden grauen Substanz nach unten veranlasst werden, und möglicherweise Aequivalente für die verkümmerten Thalami optici darstellen. Vor den Anschwellungen des Mittelhirns, zwischen ihnen und dem Vorderhirn findet sich die, wie es scheint, allgemein vorkommende Epiphysis oder sog. Zirbel (*Conarium s. gland. pinealis*).




**Fig. 541.** Gehirn von Rana esculenta, von oben. *l.olf* Lobus olfactorius. *l.h* Lobus hemisphaericus (Vorderhirn). *vIII* Lobus ventriculi tertii (Zwischenhirn). *l.o* Lob. opticus (Mittelhirn). *cbll* Cerebellum (Hinterhirn). *obl* Medulla oblongata (Nachhirn). *rh* Sinus rhomboïdalis.

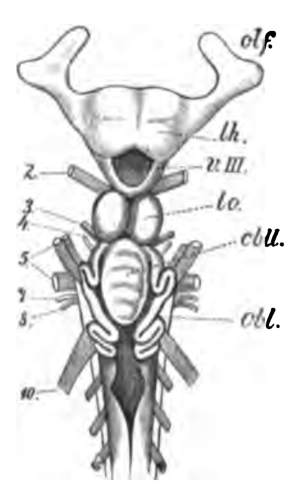



**Fig. 542.** Gehirn von Squalus stellaris, von oben. *l.h* Lobus hemisphaericus (Vorderhirn). *olf* Riechfortsätze desselben. *v.III* Lobus ventriculi tertii (Zwischenhirn). *lo* Lobus opticus (Mittelhirn). *cbll* Cerebellum (Hinterhirn). *obl* Medulla oblongata (Nachhirn). *2* Nervus opticus. *3* Nerv. oculomotorius. *4* Nerv. trochlearis. *5* Nerv. trigeminus. *7* Nerv. facialis. *8* Nerv. acusticus. *10* Nerv. vagus.

Das kleine Hirn, aus der hintern Hirnblase sich hervorbildend, daher auch Hinterhirn genannt, ist bald sehr rudimentär, bald eine ansehnlichere Ausbildung gewinnend. Bei den höheren Amphibien (Krokodilen, Sauriern, Cheloniern) wölbt es sich als eine mit der Aushöhlung abwärts sehende platte Masse (Fig. 542 *cbll*) über den vordern Theil des

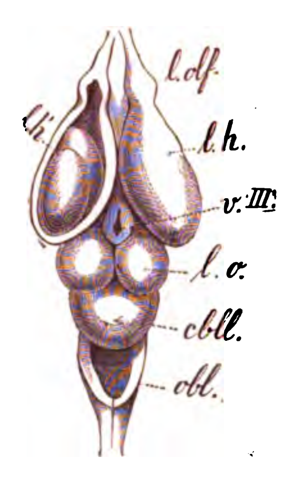



Fig. 543. Gehirn von Chelonia midas, von oben. *l.olf* Lobus olfactorius. *lh* Lobus hemisphaericus (Vorderhirn). *lh'* Geöffnete Höhle desselben. *v.III* Lob. ventriculi tertii (Zwischenhirn). *lo* Lob. opticus (Mittelhirn). *cbll* Cerebellum (Hinterhirn). *obl* Medulla oblongata (Nachhirn) mit dem Sinus rhomboïdalis.

Sinus rhomboïdalis, ihn mehr oder weniger überdeckend, während bei Schlangen (Fig. 545 *cbll*) und den niedern oder nackten Amphibien (Fig. 544 *cbll*) es nur einen schmalen Bandstreifen darstellt, der commissurartig quer über den vorderen Theil des vierten Ventrikels, ohne letztern zu decken, sich legt. Bei den Fischen (Fig. 542 u. 546 *cbll*) ist auffälligerweise das kleine Hirn meistens wieder ansehnlicher, als bei den niederen Amphibien.

Das verlängerte Mark (*obl*), das gleichfalls aus der hintern Hirnblase sich entwickelt und Nachhirn genannt wird, macht sich stets durch grössern Umfang und den, an

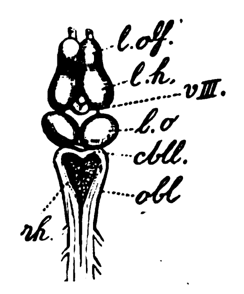



Fig. 544. Gehirn von Rana esculenta, von oben. *l.olf* Lobus olfactorius. *lh* Lobus hemisphaericus (Vorderhirn). *vIII* Lobus ventriculi tertii (Zwischenhirn). *l.o* Lob. opticus (Mittelhirn). *cbll* Cerebellum (Hinterhirn). *obl* Medulla oblongata (Nachhirn). *rh* Sinus rhomboïdalis.




Fig. 545. Gehirn von Coluber natrix, von oben. *l.h* Lobus hemisphaericus. *l.o* Lobus opticus. *cbll* Cerebellum. *obl* Med. oblongata. *rh* Sinus rhomboïdalis.

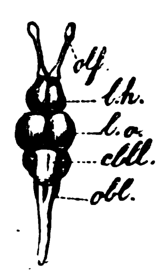



Fig. 546. Gehirn von Mugil capito von oben. *olf* Nerv. olfactorius. *lh* Lobi hemisphaerici (Vorderhirn). *lo* Lobi optici (Mittelhirn). *cbll* Cerebellum (Hinterhirn). *obl* Medulla oblongata (Nachhirn).

seiner obern Seite befindlichen Sinus rhomboïdalis (Fig. 544 *rh*) von dem dahinter folgenden Rückenmark unterscheidbar. An ihm treten häufig noch besondere Anschwellungen oder Wülste auf, welche zu Nerven, wie dem Trigeminus und Vagus, wenn sie in einzelnen Fällen eine ungewöhnliche Stärke besitzen, in Beziehung stehen und als Lobi nervi trigemini, Lobi nervi vagi, Lobi electrici, z. B. beim Zitterrochen u. a. (Fig. 547 *l.elect*) bezeichnet werden.

γ) **Von den Hüllen des Gehirns und Rückenmarks.**

Bei den Säugethieren und Vögeln finden sich die beim Menschen vorhandenen drei Hirnhüllen — die äussere Hirnhaut (*Dura mater s. Tunica fibrosa*), die mittlere oder Spinnenwebenhaut (*Arachnoïdea s. Tunica serosa*) und die innere oder Gefässhaut (*Pia mater s. Tunica vasculosa*) — vor. Die Dura mater bildet auch in die Schädelhöhle hinein Fortsätze (*Processus durae matris*), die theils in der Medianlinie longitudinal liegend, zwischen die Hirnhemisphären, — grosse und kleine Hirnsichel (*Falx cerebri et cerebelli*) — theils transversal zwischen grosses und kleines Hirn — Tentorium cerebelli — eingreifen und zur Unterstützung der Lage der einzelnen Abtheilungen des Gehirns dienen. Wo die Hemisphären des kleinen Hirnes sich zurückbilden, nur der mittlere Theil übrig bleibt, wie schon bei den meisten Säugethieren, besonders aber bei den Vögeln es der Fall ist, kommt die kleine Hirnsichel, und wo das kleine Hirn von den Hemisphären des grossen Hirns, wie bei den Vögeln, nicht mehr überdeckt wird, auch das Tentorium cerebelli in Wegfall, und die grosse Hirnsichel schwindet schliesslich auch, wo die Hemisphären des grossen Hirns so klein wurden, dass sie dieser Stütze nicht mehr bedürfen.

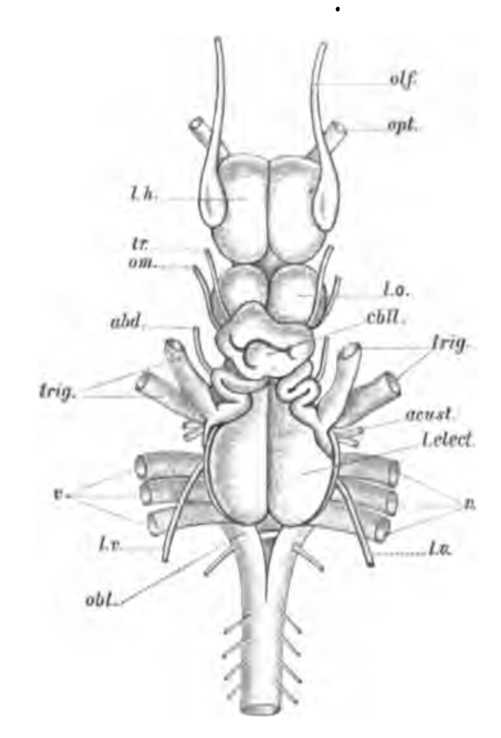


**Fig. 547.** Gehirn von Raja torpedo, von oben. *l.h* Lobus hemisphaericus. *l.o* Lobus opticus. *cbll* Cerebellum. *l.elect* Lobus electricus. *obl* Medulla oblongata. *olf* Nerv. olfactorius. *opt* Nerv. opticus. *om* Nerv. oculomotorius. *tr* Nerv. trochlearis. *abd* Nerv. abducens. *trig* Nerv. trigeminus. *acust* Nerv. acusticus. *v* Nerv. vagus. *l.v* Ramus lateralis nervi vagi.

Dass das Kleinhirnzelt bei manchen Säugethieren (Carnivoren, Pferd, Delphin und einigen Affen) theilweise oder ganz verknöchert, wurde schon oben beim Schädelbau (S. 433) erwähnt; ebenso, dass man auch die grosse Hirnsichel hie und da, z. B. bei Monotremen, verknöchert findet.

Das Gehirn füllt bei Säugethieren und Vögeln die Schädelhöhle ganz aus, bei Amphibien und Fischen dagegen nicht, so dass zwischen der, an der Schädelwand anliegenden Dura mater und der das Gehirn um-

schliessenden Pia mater ein oft nicht unansehnlicher Zwischenraum bleibt, der — statt der Arachnoïdea — von einem oft gallertartigen weichen, bisweilen auch fetthaltigen Bindegewebe ausgefüllt wird.

Die Dura mater besteht nicht mehr, wie bei den höheren Wirbelthieren und dem Menschen, aus zwei verwachsenen Platten — einer innern, der eigentlichen äussern Faserhaut des Gehirns und einer äussern der Periostplatte — sondern ist nur noch Periost der Schädelhöhle. Daher auch die von der innern Platte der Dura mater gebildeten Fortsätze (Hirnsichel etc.) fehlen, die bei der niedrigen Stufe, auf welcher die extensive Ausbildung des Gehirns dieser Thiere stehen blieb, allerdings auch nicht mehr erforderlich sind.

Die Pia mater ist meistens bei Amphibien und Fischen pigmentirt und trägt oft, namentlich bei ersteren, kalkige Ablagerungen.

Die Hüllen des Rückenmarks bieten keine Besonderheiten dar, die besonders hervorgehoben zu werden verdienten.

### b. Peripherisches Nervensystem *(Nervi cerebrospinales)*.

#### α) Spinalnerven *(Nervi spinales)*.

Ihre Zahl ist bei den verschiedenen Wirbelthieren sehr verschieden; sie richtet sich im Allgemeinen nach der Zahl der Wirbel. Auch ihre Stärke ist verschieden, diese aber abhängig von derjenigen der Körpertheile, zu welchen sie gehen. In gleicher Weise kommen sie auch darin mit einander überein, dass sie alle mit doppelten Wurzeln entspringen, einer vordern motorischen und einer hintern sensiblen, von welchen die letztere jeweils ein Ganglion — Ganglion spinale — trägt. Die aus der Vereinigung dieser beiden Wurzeln hervorgehenden Stämme der Spinalnerven theilen sich nach ihrem Austritt aus dem Wirbelkanal in je zwei Aeste, einen dorsalen, der zu den Theilen des Rückens geht. und einen ventralen, der zu den Weichtheilen der ventralen Seite und den Gliedmassen sich begibt. Beide Aeste sind aus den Elementen sowohl der vordern als auch der hintern Wurzeln zusammengesetzt, sowie auch aus Fasern, welche aus den Ganglia spinalia hervorgehen. Ihr Austritt aus dem Wirbelkanal erfolgt in der Regel zwischen je zwei Wirbeln, durch die Foramina intervertebralia. Nur ausnahmsweise durchbrechen sie solche. Geflechtbildungen, wie sie die Gliedmassennerven eingehen. kommen bei den fusslosen Wirbelthieren an den Spinalnerven nach ihrem Austritt aus der Wirbelsäule nicht vor. Selbst bei den Fischen, deren Brust- und Bauchflossen doch, wenn auch noch so einförmige Gliedmassen darstellen, fehlen sie. Erst da, wo die letzteren entwickelter auftreten, ihre Muskulatur mannigfaltigere Bewegungen ausführt, und von einer sensiblen. zum Tasten befähigenden und mit secretorischen Gebilden ausgerüsteten

Haut umkleidet ist, — zeichnen sich die betreffenden Spinalnerven durch grössere Stärke und Geflechtbildungen aus. Daher nur die drei höheren Wirbelthierklassen solche Plexusbildungen besitzen, welche eine vielfachere Vertheilung der Nervenfasern der in das Geflecht eintretenden Spinalnerven in dem Gliedmassenbezirk ermöglichen und durch mannigfaltigen Austausch, den die einzelnen Stämme mit ihren Fasern unter einander eingehen, bewirken, dass die aus dem Geflecht hervorgehenden Nerven aus den Elementen aller in jenes eingehenden Nerven gemischt sind.

Die Zahl der an der Zusammensetzung der Geflechte theilnehmenden Nerven ist verschieden; doch sind es mindestens 3 — 4 Spinalnerven. Der Plexus brachialis wird von den vordern Spinalnerven, der Plexus lumbalis et sacralis von den hintern Spinalnerven gebildet. Ersterer liefert die Nerven der vordern, die beiden letztern die der hintern Gliedmasse.

Je kürzer der Hals ist, um so mehr gehören die, das Armnervengeflecht bildenden Nerven den vorderen Spinalnerven an. Bei den Fröschen z. B. sind es der 2.—4. Bei den beschuppten Amphibien mit längerem Halse, können es die 6.—9. oder 7.—10. Cervicalnerven sein, welche in die Plexusbildung eingehen. In einzelnen Fällen, z. B. beim Krokodil, kann selbst noch der 1. Brustnerv sich zugesellen. Bei den langhalsigen Vögeln (Fig. 547 *pl br*) wird das Brachialgeflecht von dem 11. u. 12. Hals- und den beiden ersten Brustnerven zusammengesetzt. Bei den Säugethieren, deren Halswirbelzahl stets die gleiche ist, geht der Plexus brachialis meistens aus den 4—5 letzten Hals- und dem ersten oder bisweilen auch den zwei vordersten Brustnerven hervor.

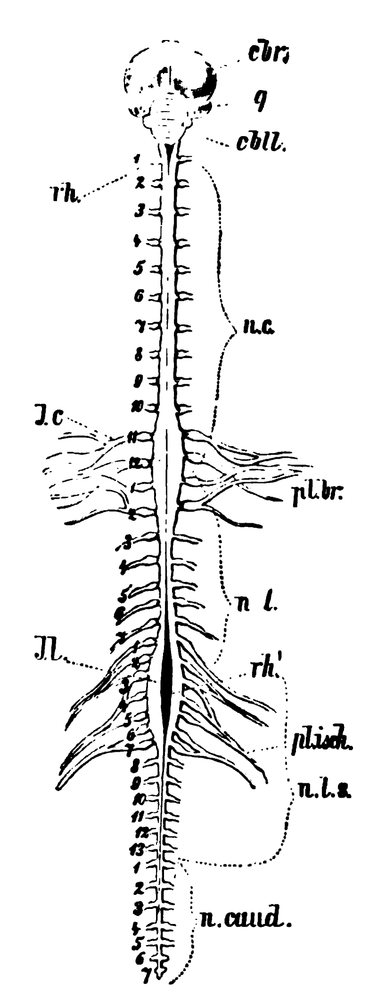



**Fig. 548.** Gehirn u. Rückenmark von der Haustaube (*Columba domestica*), nach E. D'Alton. *cbr* Grosses Hirn (*Cerebrum*). *q* Vierhügel (*Corp. quadrigemina*). *cbll* Kleines Hirn (*Cerebellum*). *rh* Sinus rhomboïdalis anterior. *nc* Nervi cervicales. *Ic* Intumescentia cervicalis. *pl.br* Plexus brachialis. *n.l* Nervi lumbales. *I.l* Intumescentia lumbalis. *rh'* Sinus rhomboïdalis posterior. *pl.isch* Plexus ischiadicus. *n.caud.* Nervi caudales

Die Geflechte für die Nerven der hintern Gliedmassen werden bei niedern Wirbelthieren (Amphibien) von 3—4 Nerven, bei den höheren dagegen von mehr gebildet. Sie entsenden einen vordern schwachen, den Schenkelnerven (*N. cruralis*) — und einen stärkern hinteren, den Nerv. ischiadicus. Die Pars cruralis des Geflechtes entspricht bei den beschuppten Amphibien und Vögeln dem Plexus lumbalis der Säugethiere und des Menschen, während der den Nervus ischiadicus liefernde Geflechtsabschnitt dem Plexus sacralis entspricht.

β) Hirnnerven *(Nervi cerebrales)*.

So, wie Gehirn und Rückenmark in Form und Bau grosse Verschiedenheiten darbieten, obgleich ersteres aus dem Kopfende des letztern sich hervorbildet, — zeigen auch die Hirnnerven in ihrer Anordnung grosse Verschiedenheiten gegenüber derjenigen der Spinalnerven. Von der Gleichartigkeit, welche diese hinsichtlich ihres Ursprunges mit zwei functionell verschiedenen Wurzeln, des ausnahmslosen Besitzes eines Ganglions an der sensiblen Wurzel, der Bildung eines gemeinsamen Stammes durch die Vereinigung der beiden Wurzeln und Trennung jenes in je einen dorsalen und ventralen Ast zeigten — ist an den Hirnnerven nichts zu bemerken. Hier wechseln rein sensible Nerven (Olfactorius, Opticus, Acusticus) ohne Wurzelganglien mit rein motorischen (Oculomotorius, Trochlearis, Abducens, Facialis, Accessorius, Hypoglossus) und gemischten (Glossopharyngeus, Vagus), deren Wurzelganglien indess auch motorische Elemente aufnehmen, mit einander ab. Kaum finden sich an einem Hirnnerven (Trigeminus) noch Anordnungen vor, welche die Spuren eines Planes sind, der den Spinalnerven zu Grunde lag, aber bei den Hirnnerven so weit gehende Abänderungen erlitt, dass die Aehnlichkeit zwischen beiden sich fast ganz verwischte.

Wenn man übrigens erwägt, wie die Elemente des Rückenmarks beim Uebergang in's Gehirn in ganz neuen Verhältnissen sich zusammenordnen und in Verbindung mit den Elementen des Gehirns in ganz neue Formen sich legen, in neue Bildungen übergehen, welche in der mannigfaltigsten Verbindung unter einander stehen, im Ganzen aber die Centralheerde für diejenigen Hirnthätigkeiten abgeben, welche in einem Verkehr der Seele mit dem Körper und der Aussenwelt bestehen, — so lässt es sich sehr wohl begreifen, dass die von diesem Centralheerd ausgehenden Cerebrospinalnervenbahnen, soweit sie nicht nach dem Rückenmark hinabsteigen, um einen Theil der Elemente der Spinalnerven zu bilden, sondern direkt vom Gehirn abtreten und dadurch die Hirnnerven darstellen, — nicht mehr in solche Formen sich zusammenlegen konnten, welche wohl für die grosse Einförmigkeit des Verbreitungsbezirkes der Spinalnerven geeignet sein konnten.

nicht aber für die Mannigfaltigkeit des Verbreitungsgebietes der Cerebralnerven mehr passend waren.

Allein ungeachtet alles dessen hat sich der Plan der Anlegung der Spinalnerven bei den Cerebralnerven doch nicht in dem Maasse verändert und verwischt, dass eine Zurückführung dieser auf jene nicht möglich wäre. Im Gegentheil kann man ein Hervorgehen der Anordnung der Hirnnerven aus dem Plane, dem sich alle Spinalnerven gleichförmig unterordnen mussten, ungezwungen darlegen.

So, wie die Zahl der Spinalnerven nach der Zahl der Segmente der Wirbelsäule, d. i. der Wirbel, zwischen welchen sie austreten, sich richtete, so lässt sich auch bei den Hirnnerven eine solche Zusammenordnung erkennen, die bedingt ist durch die Beziehung zu den die Schädelhöhle umschliessenden Schädelwirbeln.

Wenn man von den Nerven der drei höheren Sinnesorgane, des Riech- (*N. olfact.*), des Seh- (*N. optic.*) und des Gehörorgans (*N. acusticus*), absieht, die von dem Wirbelbau des Schädels unbeeinflusst bleiben*), so lassen sich die übrigen Hirnnerven, entsprechend den drei Schädelwirbeln, in zwei Gruppen, eine vordere und hintere, sondern, welche auf den spinalnervenähnlichen Typus unschwer zurückführbar und als zwei Wirbelnerven des Schädels aufzufassen sind, die nur darin von den Spinalnerven sich unterscheiden, dass sie gleich von Ursprung aus sich zersplittert haben, und in Folge davon in eine Anzahl von Einzelnerven zerfielen, auch der Austritt nicht ausschliesslich zwischen den drei Schädelwirbeln erfolgt, sondern einzelne den einen und andern Wirbel durchbrechen (was indess ausnahmsweise auch bei Spinalnerven vorkommen kann).

Die vordere dieser beiden Nervengruppen, nach dem Hauptnerven darin, dem Trigeminus, auch die Trigeminus-Gruppe genannt, stellt den vordern Wirbelnerven des Schädels dar und besteht aus den drei Augenmuskelnerven (N. oculomotorius, trochlearis und abducens), dem N. trigeminus und dem N. facialis, von welchen der Trigeminus den Hauptheil dieses Wirbelnerven bildet, auch von dem spinalnervenähnlichen Typus am meisten sich bewahrt hat. Er wird von zwei Wurzeln, einer motorischen (*Portio minor*) und sensiblen (*Portio major*) noch gebildet und besitzt die letztere ein, einem Spinalganglion entsprechendes Wurzel-

---

*) Die Knochen, die zweien dieser Apparate zu Grunde liegen (Os ethmoïdeum und petrosum) blieben auch am Wirbelbau des Schädels unbetheiligt, wurden vielmehr als Gerüstknochen dieser Sinnesapparate nur zwischen die eigentlichen Schädelwirbel eingeschoben, und hätten ebensowohl auch zwischen den Wirbeln der Rumpfwirbelsäule ihre Lage finden können, wenn die Zweckmässigkeit es erfordert hätte, das Riech- und Hörorgan an den Rumpf zu verlegen.

ganglion (*Ganglion semilunar. s. Gaseri*), in welches die motorische Wurzel nicht eingeht, sondern, wie die motorische Wurzel eines Spinalnerven am Ganglion spinale vorbeigeht, ebenfalls vorüberzieht, um wenigstens mit dem dritten Aste der aus dem Ganglion hervorkommenden Fortsetzung der sensiblen Wurzel sich zu verbinden. Die vier übrigen motorischen Nerven, nämlich die drei Augenmuskelnerven und der N. facialis sind als abgelöste Theile der motorischen Wurzel zu betrachten, daher sie bei niedern Wirbelthieren (Fischen und Amphibien) auch meistens noch Aeste des N. trigeminus darstellen (Fig. 548, 549 u. 550). Bemerkenswerth ist vom Facialis, dass er, wenn er selbstständig ist, zwischen dem mittlern und hintern Schädelwirbel, durch das Os petrosum gehend, aus dem Schädel austritt, während die übrigen zur Quintus-Gruppe gehörigen Nerven theils durch die einem Foramen intervertebrale, homologe, Fissura orbitalis superior, theils durch accessorische Löcher im mittleren Schädelwirbel (*Foramen rotundum et ovale*) aus dem Schädel austreten.

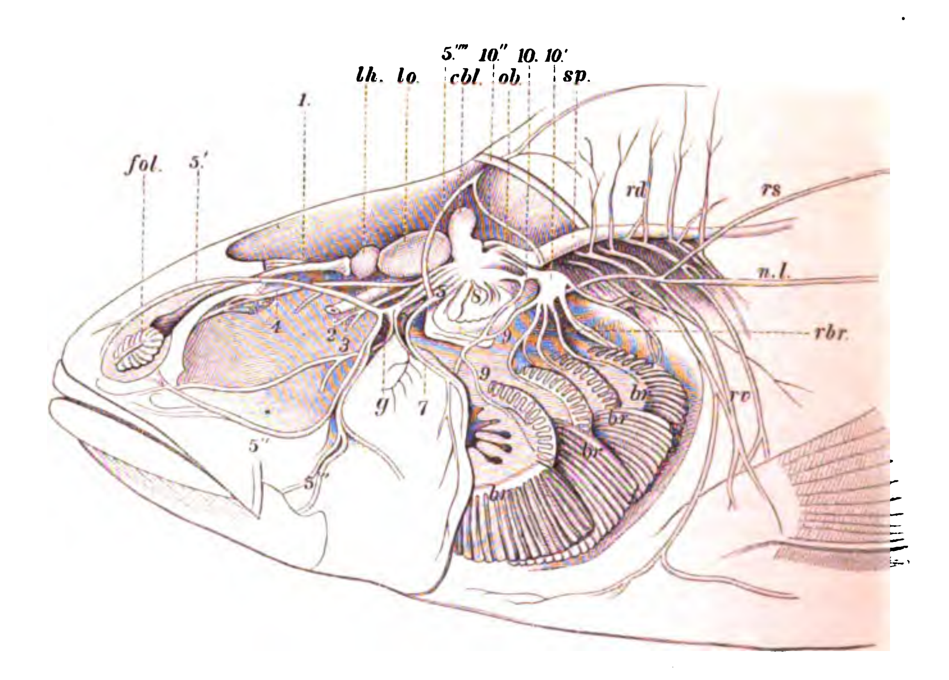



**Fig. 549.** Hirnnerven von *Perca fluviatilis* (nach Cuvier). *lh* Lobus hemisphaericus. *lo* Lob. optica. *cbl* Cerebellum. *ob* Medulla oblongata. *sp* Med. spin. *fol* Foss. olfact. *br* Kiemen (*1—4*). *1* Nerv. olfact. *2* N. opt. *3* N. oculomotor. *4* N. trochlearis. *5* N. trigeminus. *g* Ganglion desselben. *5'* Ram. ophthalmicus. *5''* Ram. maxillar. superior. *5'''* Ram. maxillaris inferior. *5''''* Ramus dorsalis, mit einem gleichen des Vagus sich verbindend. *7* N. facialis, ein Zweig des Trigeminus. *8* N. acusticus. *9* N. glossopharyngeus, ein Zweig des Vagus, an die vorderste Kieme und an den Schlund sich vorn anlegend. *10* N. vagus. *10'* Ganglion desselben. *10''* Ramus dorsalis desselben, mit dem gleichen des Trigeminus (*5''''*) sich verbindend. *rbr* Rami branchiales zu den 3 hintern Kiemen und zum Magen. *n.l* N. lateralis des Vagus. *rs* Oberer Zweig desselben. *rv* Ventraläste der vordern Spinalnerven. *rd* Rami dorsales derselben.

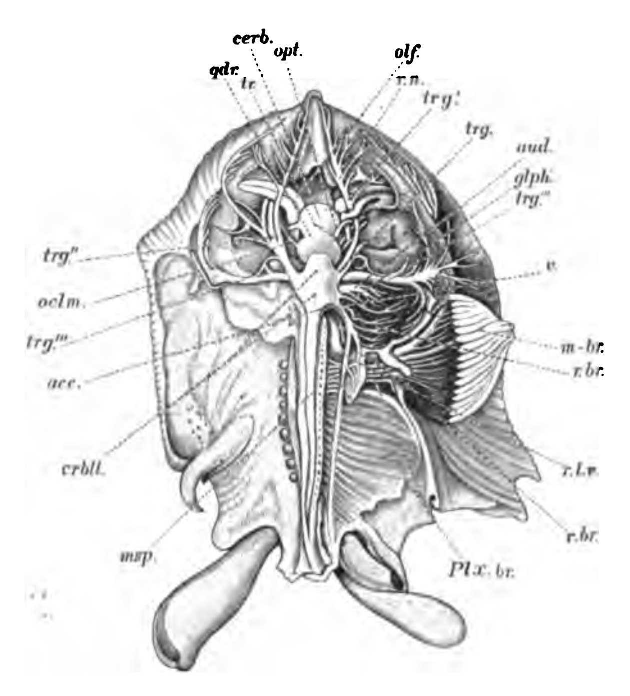



**Fig. 550.** Nervensystem von Raja clavata (nach Bonsdorff). *cerb* Grosshirn. *qdr* Vierhügel. *crbll* Kleines Hirn. *msp* Rückenmark. *olf* Nervus olfactorius. *opt* Nerv. opticus. *oclm* Nerv. oculomotorius. *tr* Nerv. trochlearis. *trg* Nerv. trigeminus. *trg'* Erster Ast. *r.n* Nasenzwinger desselben. *trg''* Zweiter Ast. *trg'''* Dritter Ast. *m.br* Ramus musculo-branchialis. *aud* Nerv. acusticus. *glph* Nerv. glossopharyngeus. *v* Nerv. vagus. *r.br* Rami branchiales. *r.l.v* Ramus lateralis vagi. *acc* Nerv. accessorius Willisii. *Plex.br* Plexus brachialis.

Die hintere Gruppe der Hirnnerven, welche nach dem Hauptnerven darin, dem N. vagus, auch die Vagusgruppe genannt werden kann, bildet den hintern Wirbelnerven des Schädels, und besteht aus dem N. glossopharyngeus, dem N. vagus, N. accessorius Willisii und dem N. hypoglossus.

Der N. vagus in Verbindung mit dem Accessorius hat von der Spinalnervenähnlichkeit noch am meisten erhalten. Beide verhalten sich zu einander, wie die sensible und motorische Wurzel eines Spinalnerven. Nur kommt dem Vagus das Eigene zu, dass durch sein Wurzelganglion (*Ganglion jugulare*) nicht allein sensible, wie an den Spinalganglion, sondern auch motorische Wurzelfasern gehen.

Der N. glossopharyngeus ist ein abgelöster Theil des Vagus, mit diesem die vorwiegend sensible Wurzel des hintern Wirbelnerven bildend. Daher theilt er auch mit dem Vagus den Besitz eines Wurzelganglions (*Ganglion petrosum*) und stellt bei niedern Wirbelthieren, bei denen die Ablösung noch nicht erfolgt ist, einen Ast des Vagus dar (Fig. 548 u. 550).

In gleicher Weise stellt auch der Hypoglossus einen abgelösten Theil

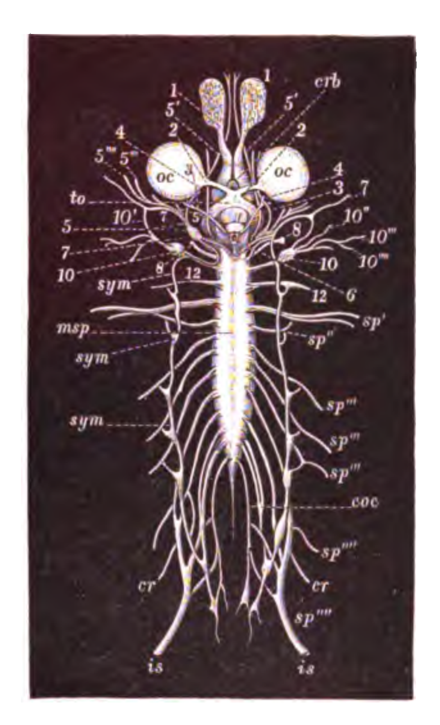



**Fig. 551.** Halbschematische Darstellung des Nervensystems von Rana esculenta (nach A. Ecker). *crb* Gehirn (*Cerebrum*). *msp* Rückenmark (*Med. spinalis*). *1* N. olfactorius. *2* N. opticus, sich in das Auge (*oc*) einsenkend. Die Tractus optici (*to*) kommen aus der untern Fläche der Lobi optici und vereinigen sich dann zum Chiasma. Hinter letzterem sieht man das Tuber cinereum und die Hypophysis. *3* Nerv. oculomotorius, tritt an der untern Fläche der Medulla oblongata aus, nahe der Mittellinie, hinter der Hypophysis. *4* Nerv. trochlearis, kommt an der obern Fläche des Gehirns, am hintern Rand der Vierhügel hervor, schlägt sich dann um diese nach unten herum und erscheint neben und über dem N. oculomotorius. *5* Nerv. trigeminus. Er schliesst nebst dem eigentlichen Trigeminus auch noch die Elemente d. N. facialis, abducens und sympathicus ein. *6* Nerv. abducens, aus der vordern Spalte der Medulla oblongata hervortretend, läuft er nach aussen und vorn, um in das Ganglion des Nerv. trigeminus sich einzusenken. *7* Nerv. facialis, entspringt in genauer Verbindung mit dem Nerv. acusticus (*8*), von dem er sich trennt und in das Ganglion des Trigeminus eingeht. *8* Nerv. acusticus, dicht hinter der Facialwurzel des Trigeminus von der Medulla oblongata abgehend. *10* Nerv. vagus (auch die Elemente des N. glossopharyngeus und accessorius Willisii einschliessend). Er entspringt von der Rückenseite der Medulla oblongata mit 3—4 Wurzeln, von denen der hinterste mehr von der vordern Seite abgeht und dem Nerv. accessorius Willisii entspricht. *12* Nerv. hypoglossus, bildet den ersten Rückenmarksnerven. *sp* Die übrigen Rückenmarksnerven (*Nervi spinales*). *sp'* Zweiter Spinalnerv — Nerv. brachialis. *sp''* Dritter Spinalnerv, geht grösstentheils in den Nerv. brachialis ein. *sp'''* Vierter bis sechster Spinalnerv, in die Rumpfwände sich verbreitend. *sp''''* Siebenter bis neunter Spinalnerv, den Plexus ischiadicus bildend. *cr* Nerv. cruralis, Nerv. ischiadicus, beide aus dem Plexus ischiadicus kommend. *coc* Nerv. coccygeus. *sym* Ganglienkette des Sympathicus. Das oberste Halsganglion liegt in der Höhe des Nerv. hypoglossus.

der motorischen Wurzel des hintern Wirbelnerven dar, zu dem der erste Spinalnerv indess in so nahe Beziehung und Verbindung tritt, dass bei niedern Wirbelthieren, wo die Ablösung von Vagus noch nicht erfolgt ist, der erste Spinalnerv für den ganzen Hypoglossus genommen wird.

F r i e d. A r n o l d (Icones nerv. capitis. Heidelberg 1834, pag. 2 und dessen Handb. der Anat. Bd. II, S. 830) hat, — nachdem schon C. G. C a r u s u. F r. M e c k e l auf die Aehnlichkeit der Hirn- mit den Spinalnerven hingewiesen und Ersterer dargethan hatte, dass namentlich der Trigeminus und Vagus bei Fischen und Amphibien wie Spinalnerven sich verhielten und sonach als Intervertebralnerven anzusehen seien, — zuerst die **H i r n n e r v e n** in zwei Klassen, in die **N e r v e n d e r d r e i h ö h e r e n S i n n e s o r g a n e** (Riech-, Seh- und Hörorgan) und in **W i r b e l n e r v e n** geschieden. Er hat das Verdienst, dargelegt zu haben, dass die **Q u i n t u s -** und **V a g u s - G r u p p e** als zwei **W i r b e l n e r v e n**, von spinalnervenähnlichem Charakter, anzusehen seien.

G e g e n b a u r (Ueb. d. Kopfnerven von Hexanchus und ihr Verhältniss zur Wirbeltheorie, in Jen. Zeitschr. Bd. VI. S. 497) erkennt die Eigenartigkeit der Nerven der höheren Sinnesorgane, und die Trennung der Hirnnerven in 1) höhere Sinnesnerven (von denen er jedoch den Gehörnerven ausschliesst) und 2) in solche, welche auf den spinalnervenähnlichen Typus zurückführbar sind, an. Seiner oben schon besprochenen neuen Wirbeltheorie entsprechend nimmt er jedoch, statt zwei, **n e u n u r s p r ü n g l i c h e** Wirbelnerven an, lässt dieselben aber zum Theil mit einander verschmelzen. So seien namentlich die

Trigeminus und Vagus als Nerven zu betrachten, welche aus solcher Concrescenz hervorgegangen seien. Der erstere sei aus der Verwachsung von zwei ursprünglichen, spinalnervenähnlichen Hirnnerven, der letztere dagegen, der Vagus, aus fünf solcher entstanden. Der erste Ast des Trigeminus (R. ophthalmicus) stellt den Rectus dorsalis, der zweite Ast (R. maxillaris superior) den R. ventralis des vorderen, — der dritte Ast (R. maxillaris inf.) den ventralen Ast des hintern dieser beiden Nerven dar, während ein schwacher Schädelhöhlenast (N. spinosus?) dessen R. dorsalis repräsentirt. Die drei Augenmuskelnerven (N. oculomotorius, trochlearis, abducens) blieben von dieser Concrescenz ausgeschlossen, werden aber als zum Trigeminus gehörige motorische Nerven noch angesehen. Der N. facialis wird mit dem N. acusticus als ein eigener, spinalnervenähnlicher Hirnnerv betrachtet. Das Gleiche gilt für den N. glossopharyngeus. Der N. vagus geht aus der Concrescenz von 5, spinalnervenähnlichen Hirnnerven zu einem Stamme hervor.

Gegen diese Ansicht, welche Gegenbaur zur Unterstützung seiner neuen Wirbeltheorie mit viel Geschick zu begründen sucht, spricht jedoch entschieden schon der Umstand, dass diese vermeintliche Concrescenz bei niedern Wirbelthieren eine viel weitergehende wäre, als bei höheren Thieren, indem bei Fischen und Amphibien schon Hirnnerven verwachsen und als Aeste eines grössern gemeinsamen Nerven erscheinen, die bei höheren Thieren und dem Menschen getrennt sind, während man doch gerade das Gegentheil erwarten sollte. Denn wenn die Trennung in die ursprünglichen Hirnnerven das Primäre und die Concrescenz derselben das Secundäre darstellt, so kann man sicherlich nicht die Erwartung hegen, dass eben diese Concrescenz bei den niedern Wirbelthieren, deren Organisationsstufe dem ursprünglichen Zustande doch noch viel näher steht, — in höherem Maasse zum Ausdruck komme, als bei den höheren Wirbelthieren, deren Organisation vom ursprünglichen Zustande doch viel weiter sich entfernt hat.

Die Nerven der höheren Sinnesorgane zeigen zwar bei den verschiedenen Wirbelthieren Verschiedenheiten bezüglich ihrer Stärke und Ausbildung, die aber abhängig sind von der Entwicklung der ihnen zugehörigen Sinnesapparate. Wo letztere verkümmert sind oder ganz fehlen, wie das Riechorgan bei Cetaceen, das Sehorgan bei Talpa und den Myxinoiden, das Hörorgan bei Amphioxinen, sind sie natürlich auch rudimentär oder fehlen ganz.

Der vordere Wirbelnerv oder die Trigeminus-Gruppe der Hirnnerven verästelt sich am Vorderkopf, an dem Antlitz und dem Ohr. Was nun die dazu gehörigen Einzelnerven noch weiter betrifft, so sind die drei Augenmuskelnerven (Oculomotorius, Trochlearis und Abducens) bei den Säugethieren und Vögeln, wie beim Menschen, discrete Nerven, die bei Amphibien, besonders den niederen und bei Fischen mehr oder weniger ihre Selbstständigkeit aufgeben, und als Aeste des Quintus erscheinen, und wo die Augen rudimentär geworden oder gänzlich fehlen, kommen sie natürlich selbst ganz in Wegfall. Das Gleiche gilt auch für den Facialis,

welcher seinen Verbreiterungsbezirk in derjenigen Muskulatur des Kopfes hat, welche zur Bewegung der Schädel- und Antlitzhaut, sowie zur Bewegung der von dieser gebildeten Duplicaturen (Lippen, Augenlider etc.) dient. Daher er bei Säugethieren, wie beim Menschen, stark ausgebildet ist. Bei den Vögeln hingegen ist er in Folge der Verkümmerung der Antlitzmuskulatur nur rudimentär und bei den Amphibien, noch mehr aber bei den Fischen, die weder bewegbare Lippen, Augenlider oder Ohren, noch überhaupt eine bewegliche Antlitzhaut besitzen, bildet er sich noch mehr zurück und geht mehr oder weniger in einen Ast des Quintus auf (Fig. 552 7). Er würde hier wahrscheinlich ganz dem Untergang anheim gefallen sein, wenn er nicht ausserdem die Muskulatur des Gebietes des Zungenbeinbogens und des Gaumens noch zu versorgen hätte. Sein Gaumenast bei den Fischen erhält sich bei Säugethieren und dem Menschen als N. petrosus superficialis major, und seine Verästelung an ersterem Muskelgebiete stellt bei den höheren Thieren seinen Zweig zu dem Steigbügelmuskel und den Hebern des Zungenbeins (*Digastricus et stylohyoïdeus*) dar.

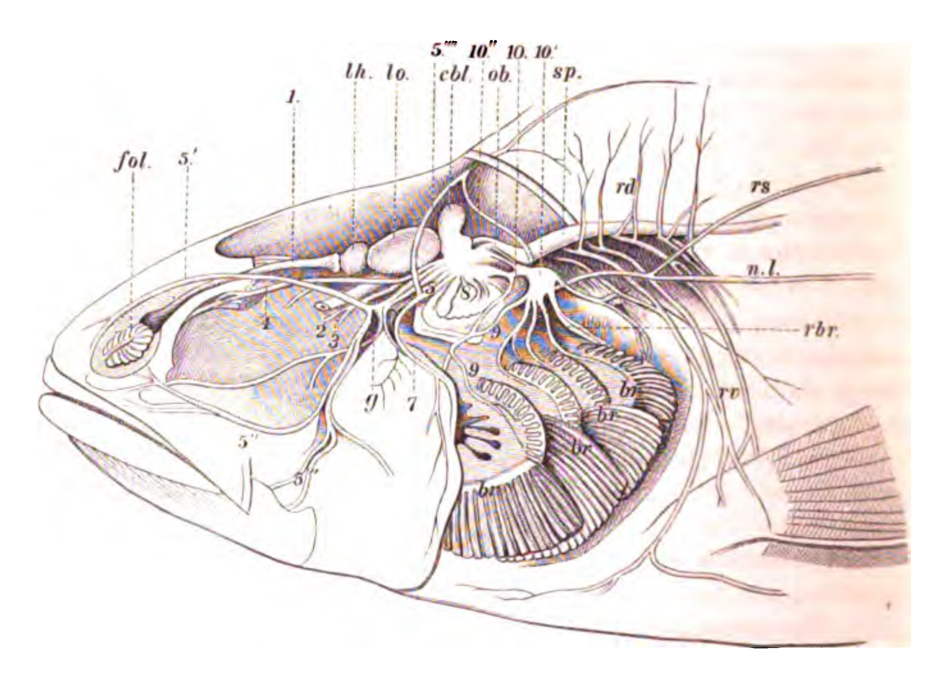



**Fig. 552.** Hirnnerven von Perca fluviatilis (nach Cuvier). *lh* Lobus hemisphaericus. *lo* Lob. optici. *cbl* Cerebellum. *ob* Medulla oblongata. *sp* Med. spin. *fol* Foss. olfact. *br* Kiemen (*1—4*). *1* Nerv. olfact. *2* N. opt. *3* N. oculomotor. *4* N. trochlearis. *5* N. trigeminus. *g* Ganglion desselben. *5′* Ram. ophthalmicus. *5″* Ram. maxillar. superior. *5‴* Ram. maxillaris inferior. *5⁗* Ramus dorsalis, mit einem gleichen des Vagus sich verbindend. *7* N. facialis, ein Zweig des Trigeminus. *8* N. acusticus. *9* N. glossopharyngeus, ein Zweig des Vagus, an die vorderste Kieme und an den Schlund sich vorn anlegend. *10* N. vagus. *10′* Ganglion desselben. *10″* Ramus dorsalis desselben, mit dem gleichen des Trigeminus (*5⁗*) sich verbindend. *rbr* Rami branchiales zu den 3 hintern Kiemen und zum Magen. *n.l* N. lateralis des Vagus. *rs* Oberer Zweig desselben. *rv* Ventraläste der vordern Spinalnerven. *rd* Rami dorsales derselben.

Der Trigeminus, welcher den Hauptnerven dieser Gruppe bildet, ist der allgemeine Gefühlsnerv des Vorderschädels und des Antlitzes und der Muskelnerv der Unterkiefermuskulatur. Sein erster Ast (*R. ophthalmicus*) gehört den sensiblen Gebilden der Orbita, der Haut des Vorderschädels und dem Ethmoïdalbezirke an. Sein zweiter Ast (*R. maxillaris superior*) geht zu den sensiblen Theilen (äussere Haut, Schleimhaut, Zähne etc.) des Oberkiefergebietes mit der Decke der Mundhöhle. Sein unter der Orbita durchziehender Theil — N. infraorbitalis — erreicht bei Rüsselthieren (Elephant, Schwein, Maulwurf) und bei solchen, welche an ihren Lippen starke Tasthaare tragen (Robben), eine sehr bedeutende Stärke, während umgekehrt da, wo die Kiefer von Hornscheiden und dergl. umgeben sind, wie bei Vögeln, Monotremen, Cheloniern und Fischen, derselbe dann auch wieder sehr viel schwächer, als sonst, ausgebildet erscheint. Der dritte Ast (*R. maxillaris inferior*) ist der Gefühlsnerv für den Unterkiefer und seine Umgebung, für die Schleimhaut des Bodens der Mundhöhle mit der Zunge und Muskelnerv für die Kiefermuskeln. Von den drei Aesten des Trigeminus gehen beim Menschen und wohl auch bei Säugethieren kleine Zweige in die Schädelhöhle zurück, um theils an die Blutleiter, theils in der knöchernen Schädelwandung sich zu vertheilen. Vom ersten Aste geht ein solcher rückwärts zum Hinterhaupte (N. recurrens rami primi nervi quinti), vom zweiten Aste (N. recurrens rami secundi nervi quinti) zur mittleren Schädelgrube, und vom dritten Aste (N. recurrens r. 3tii nervi quinti s. N. spinosus) ein solcher eben dahin. Sie scheinen dorsalen Aesten der Spinalnerven zu entsprechen, da auch bei Fischen solche Schädelhöhleäste beobachtet werden, die bald nur in dem Schädel sich verbreiten, bald aber auch die Schädeldecke durchbrechen, um als R. lateralis quinti unter der Kopfhaut und an dem Anfangstheile des Rückens sich zu vertheilen. Mitunter findet auch eine Verbindung mit entsprechenden Zweigen des N. vagus statt (Fig. 552).

Das Verbreitungsgebiet des hintern Wirbelnerven oder der Vagus-Gruppe ist der Athmungs- und Verdauungsapparat. Zunge und Ohr sind Organe, die auf der Grenze zwischen den Verbreitungsgebieten beider Wirbelnerven liegen und zu welchen Zweige aus beiden abgegeben werden.

Was nun die Einzelnerven dieser Gruppe anlangt, so ist der N. glossopharyngeus bei vielen Fischen (Cyclostomen, Chimaeren, Dipnoi und andern Knochenfischen), sowie bei den niedern Amphibien noch mehr oder weniger eine Abzweigung des N. vagus (Fig. 552). Nur bei manchen Knochenfischen und Selachiern und dann bei den höheren Amphibien (Fig. 553) hat er von demselben sich mehr abgelöst und dadurch die Selbstständigkeit erlangt, wie man ihn sie bei Vögeln und Säugethieren ähnlich,

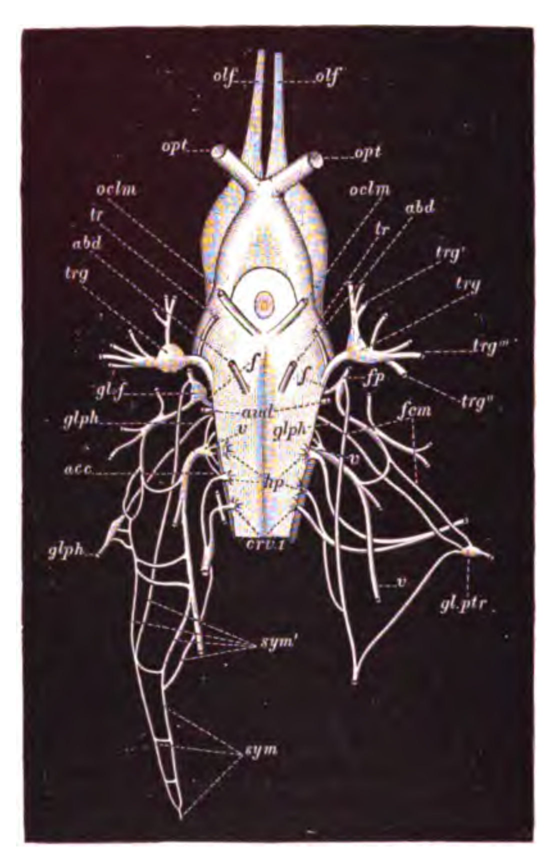



**Fig. 553.** Gehirn von unten mit den Nervenursprüngen von Lacerta ocellata (nach J. G. Fischer). *olf* Riechnerv (*N. olfactor.*). *opt* Sehnerv (*N. opticus*). *oclm* N. oculomotorius. *tr* N. trochlearis. *trg* N. trigeminus. *trg'* Erster Ast. *trg''* Zweiter Ast. *trg'''* Dritter Ast desselben. *abd* N. abducens. *f* Antlitznerv (*N. facialis*). *fp* Ram. palatinus. *fcm* Verbindungen mit dem Glossopharyngeus und Sympathicus. *gl.f* Ganglion des N. facialis. *aud* Hörnerv (*N. acusticus*). *glph* N. glossopharyngeus. *glptr* Ganglion petrosum desselben. *v* Lungenmagennerv (*N. vagus*). *acc* Nerv. accessor. Willisii. *hp* N. hypoglossus (mit 2 Wurzeln entspringend). *crv.1* Erster Halsnerv (*N. cervicalis I.*). *sym* N. sympathicus. *sym'* Verbindungen mit dem N. facialis, glossopharyngeus, vagus, hypoglossus und dem ersten Halsnerven.

wie bei dem Menschen, einnehmen sieht. Sein Verbreiterungsbezirk ist bei den niedern durch Kiemen athmenden Wirbelthieren die Schlundwand, der Ausgang der Mundhöhle mit der Zunge und der vordere Kiemenbogen. Bei den Luft athmenden höheren Wirbelthieren sind es dieselben Theile oder deren Aequivalenten (Paukenhöhle, Eustachische Röhre).

Der N. vagus, der Hauptnerv dieser Gruppe, gehört dem Athmungs- und Verdauungsapparat, dem Herzen, sowie auch dem Ohre an. Bei den höhern Thieren theilt er sich in Zweige für das äussere Ohr, den Kehlkopf, die Luftröhre, Lungen und das Herz, den Schlundkopf, Oesophagus, Magen, Darm und die Leber. Bei den Fischen (Fig. 554) gehen seine Hauptäste an die Kiemen (2—5) — N. branchiales —, der übrige Theil setzt sich als Ramus intestinalis an den Verdauungsapparat (Magen und Darm) und auch zum Herzen fort.

Eigenthümlich ist den Fischen noch ein, an die Haut der Aussenseite des Rumpfes und an den Seitenkanal sich begebender Ast, der sog. Seitennerv (*N. lateralis*; Fig. 554 u. 555), welcher auch noch bei den Perennibranchiaten und Batrachierlarven vorkommt, aber schon bei den höheren Amphibien verkümmert. Der bei den höheren Wirbelthieren und dem Menschen vorhandene R. auricularis wird von Manchen als Ueberrest dieses

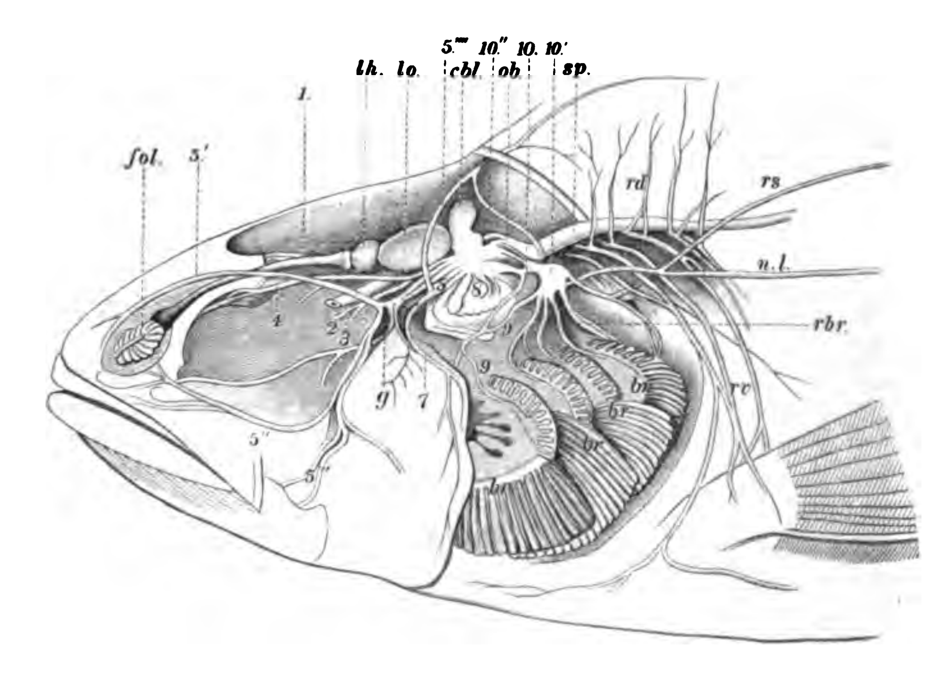



**Fig. 554.** Hirnnerven von Perca fluviatilis (nach Cuvier). *lh* Lobus hemisphaericus. *lo* Lob. opticus. *cbl* Cerebellum. *ob* Medulla oblongata. *sp* Med. spin. *fol* Foss. olfact. *br* Kiemen (*1—4*). *1* Nerv. olfact. *2* N. opt. *3* N. oculomotor. *4* N. trochlearis. *5* N. trigeminus. *g* Ganglion desselben. *5'* Ram. ophthalmicus. *5''* Ram. maxillar. superior. *5'''* Ram. maxillaris inferior. *5''''* Ramus dorsalis, mit einem gleichen des Vagus sich verbindend. *7* N. facialis, ein Zweig des Trigeminus. *8* N. acusticus. *9* N. glossopharyngeus, ein Zweig des Vagus, an die vorderste Kieme und an den Schlund sich vorn anlegend. *10* N. vagus. *10'* Ganglion desselben. *10''* Ramus dorsalis desselben, mit dem gleichen des Trigeminus (*5''''*) sich verbindend. *rbr* Rami branchiales zu den 3 hintern Kiemen und zum Magen. *n.l* N. lateralis des Vagus. *rs* Oberer Zweig desselben. *rv* Ventraläste der vordern Spinalnerven. *rd* Rami dorsales derselben.

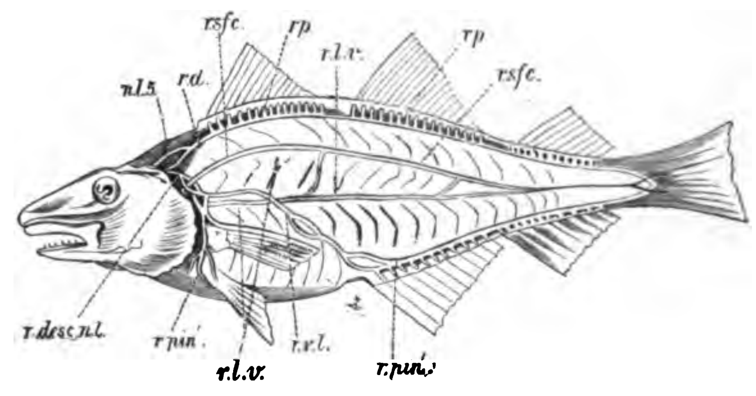



**Fig. 555.** Nervensystem von Gadus callarias (n. Stannius). *n.l.s* Nervus lateralis nervi trigemini. *rd* Ramus dorsalis desselben. *rp* Rami pinales. *r.dsc.nl* Ramus descendens des Nervus lateralis trigemini. *r.v.l* Ramus ventralis desselben. *r.pin'* Rami spinales. *r.l v* Ramus lateralis nervi vagi. *r.sfc* Ramus superficialis desselben.

zurückgebildeten N. lateralis vagi angesehen. Bemerkenswerth ist beim Menschen der Abgang eines Schädelhöhlastes des Vagus zur hintern Schä-

delgrube (*R. recurrens vagi*, Arnold). Er ist wohl auch als ein R. dorsalis des hintern Wirbelnerven anzusehen und wird wohl bei Fischen (Fig. 554 *10''*) durch je einen Zweig des Vagus vertreten, welcher mit dem R. dorsalis des Trigeminus (Fig. 554 *5''''*) sich verbindet.

Der N. accessorius ist bei den Fischen und Amphibien noch ein integrirender Theil des N. vagus (Fig. 554). Erst bei den Vögeln und Säugethieren löst er sich bis zu einem gewissen Grade vom Vagus los, ohne jedoch seine Zugehörigkeit zu letzterem ganz zu verläugnen. Von den Elementen desselben, welche dem Vagus verbleiben, erhält der Schlundkopf und Stimmmuskelapparat seinen Muskelzweig, während der übrige Theil die Nerven für den Kopfnicker und die Schultermuskulatur (*M. cucullaris*) liefert.

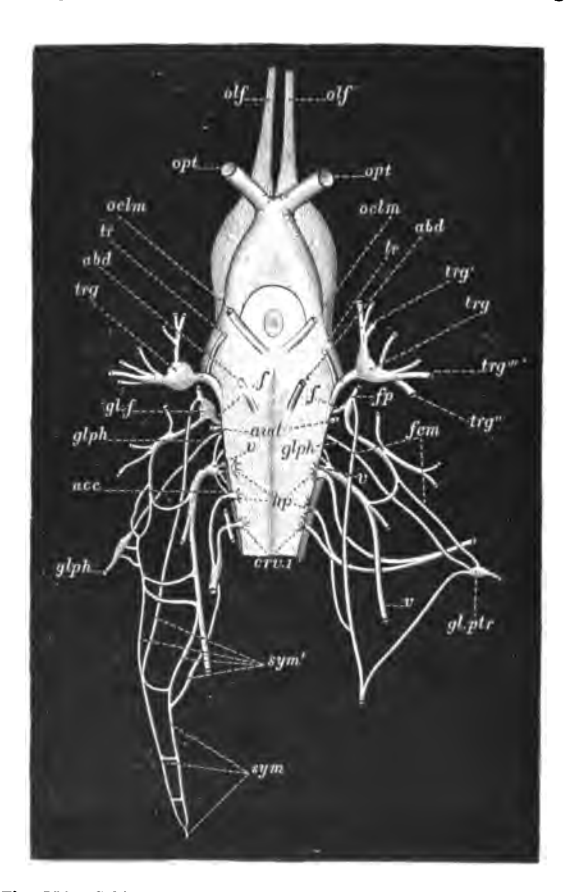



**Fig. 556.** Gehirn von unten mit den Nervenursprüngen von Lacerta ocellata (nach J. G. Fischer). *olf* Riechnerv (*N. olfactor.*). *opt* Sehnerv (*N. opticus*). *oclm* N. oculomotorius. *tr* N. trochlearis. *trg* N. trigeminus. *trg'* Erster Ast. *trg''* Zweiter Ast. *trg'''* Dritter Ast desselben. *abd* N. abducens. *f* Antlitznerv (*N. facialis*). *fp* Ram. palatinus. *fcm* Verbindungen mit dem Glossopharyngeus und Sympathicus. *gl.f* Ganglion des N. facialis. *aud* Hörnerv (*N. acusticus*). *glph* N. glossopharyngeus. *glptr* Ganglion petrosum desselben. *v* Lungenmagennerv (*N. vagus*). *acc* Nerv. accessor. Willisii. *hp* N. hypoglossus (mit 2 Wurzeln entspringend). *crv.1* Erster Halsnerv (*N. cervicalis I.*). *sym* N. sympathicus. *sym'* Verbindungen mit dem N. facialis, glossopharyngeus, vagus, hypoglossus und dem ersten Halsnerven.

Der Hypoglossus ist der Muskelnerv der Zunge und der meisten Zungenbeinmuskeln. Soweit er Zungenmuskelnerv ist, wird er bei den Fischen und niedern Amphibien als discreter Nerv meistens vermisst. Nur als Nerv für die Zungenbeinmuskeln tritt er mit einer gewissen Selbstständigkeit auf, weil er in diesem Falle nichts Anderes ist, als der erste Halsnerv.

**2. Vegetatives Nervensystem (Nervus sympathicus).**

Wie das animale Nervensystem, so besteht auch dieses aus Centralorganen — den Ganglien — und den von diesen ausstrahlenden Nerven, — den Gangliennerven. Nur sind die Centralorgane, im Gegensatze zu denen des animalen Nervensystems, in eine Anzahl von Centren gesondert und sonach auch die Nerven auf viele solcher Centren vertheilt.

Die Ganglien bilden durch Verkettung unter einander den, an der ventralen Seite der Wirbelsäule, beiderseits der Wirbelkörper, liegenden Ganglien- oder Grenzstrang des Sympathicus, der durch Ri. communicantes mit den meisten Cerebral- und allen Spinalnerven in solcher Verbindung steht, dass sowohl cerebrospinale Elemente ihnen zugeführt, als auch sympathische an jene peripherisch abgegeben werden.

Nach den Abschnitten der Wirbelsäule zerfällt der Grenzstrang in einen Hals-, Brust-, Bauch- und Beckentheil. Die von den Ganglien dieses Stranges ausgehenden Nerven begeben sich besonders zu den Eingeweiden, sowie an das Herz, die Gefässwände und an secretorische Apparate. Sie bilden auf dem Wege von den Ganglien nach den Organen, wobei sie häufig dann grösseren Gefässbahnen sich anlegen, meistens ansehnliche Geflechte, in denen Ganglienbildungen sich noch vielfach zu wiederholen pflegen. Die von dem, dem Kopfe zunächst liegenden obersten Halsganglion ausgehenden Nerven gehen zum Theil mit den, aus dem Schädel austretenden Gliedern des hintern Wirbelnerven Verbindungen ein, theils treten sie unter Geflechtbildungen (*Plex. caroticus int. et externus*) mit den grossen Kopfgefässbahnen (*Carotis interna et externa*) in den Kopf ein, um mit den Gliedern des vordern Wirbelnerven, und den an dessen Aesten sitzenden Ganglien sich zu verbinden. Man fasst diese zum Kopfe gelangenden Nervenausstrahlungen, nebst den davon gebildeten Geflechten und Ganglien als Pars cephalica nervi sympathici zusammen.

Was nun das Vorkommen des sympathischen Nervensystems in der Reihe der Wirbelthiere anbelangt, so scheint dasselbe nur den Amphioxinen und Cyclostomen, wenigstens den Myxinoïden zu fehlen, während es sonst ganz allgemein angetroffen wird. Lage und Verlauf des Grenzstranges, sowie die Grösse des Verbreitungsgebietes der aus den Ganglien hervorgehenden Nerven zeigt bei den verschiedenen Wirbelthieren im Einzelnen grosse Verschiedenheiten.

Bei Säugethieren und Vögeln sind die Abweichungen von der Anordnung beim Menschen im Allgemeinen nicht sehr erheblich. Nur die Einlagerung des Grenzstranges am Halse der Vögel in den Wirbelkanal kann als eine Besonderheit hervorgehoben werden. Bei den Amphibien wird eine Pars cephalica von Verbindungen dargestellt, welche das Kopfende des Grenzstranges mit den Ganglien der beiden Wirbelnerven (Fig.

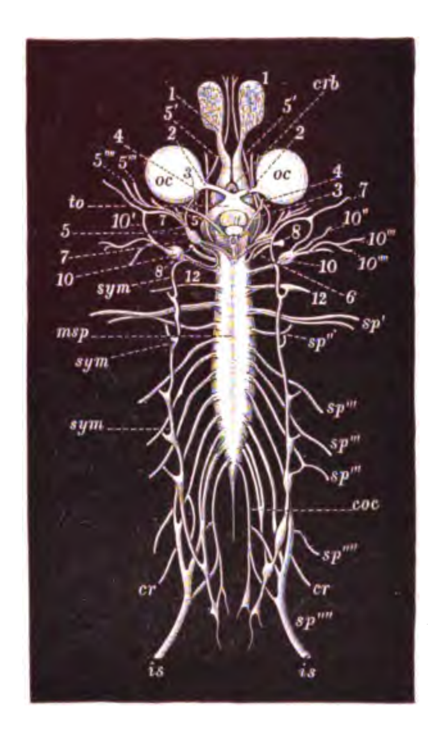



**Fig. 557.** Halbschematische Darstellung des Nervensystems von Rana esculenta (nach A. Ecker). *crb* Gehirn (*Cerebrum*). *msp* Rückenmark (*Med. spinalis*). *1* N. olfactorius. *2* N. opticus, sich in das Auge (*oc*) einsenkend. Die Tractus optici (*to*) kommen aus der untern Fläche der Lobi optici und vereinigen sich dann zum Chiasma. Hinter letzterem sieht man das Tuber cinereum und die Hypophysis. *3* Nerv. oculomotorius, tritt an der untern Fläche der Medulla oblongata aus, nahe der Mittellinie, hinter der Hypophysis. *4* Nerv. trochlearis, kommt an der obern Fläche des Gehirns, am hintern Rand der Vierhügel hervor, schlägt sich dann um diese nach unten herum und erscheint neben und über dem N. oculomotorius. *5* Nerv. trigeminus. Er schliesst nebst dem eigentlichen Trigeminus auch noch die Elemente d. N. facialis, abducens und sympathicus ein. *6* Nerv. abducens, aus der vordern Spalte der Medulla oblongata hervortretend, läuft er nach aussen und vorn, um in das Ganglion des Nerv. trigeminus sich einzusenken. *7* Nerv. facialis, entspringt in genauer Verbindung mit dem Nerv. acusticus (*8*), von dem er sich trennt und in das Ganglion des Trigeminus eingeht. *8* Nerv. acusticus, dicht hinter der Facialwurzel des Trigeminus von der Medulla oblongata abgehend. *10* Nerv. vagus (auch die Elemente des N. glossopharyngeus und accessorius Willisii einschliessend). Er entspringt von der Rückenseite der Medulla oblongata mit 3—4 Wurzeln, von denen die hinterste mehr von der vordern Seite abgeht und dem Nerv. accessorius Willisii entspricht. *12* Nerv. hypoglossus, bildet den ersten Rückenmarksnerven. *sp* Die übrigen Rückenmarksnerven (*Nervi spinales*). *sp'* Zweiter Spinalnerv — Nerv. brachialis. *sp''* Dritter Spinalnerv, geht grösstentheils in den Nerv. brachialis ein. *sp'''* Vierter bis sechster Spinalnerv, in die Rumpfwände sich verbreitend. *sp''''* Siebenter bis neunter Spinalnerv, den Plexus ischiadicus bildend. *cr* Nerv. cruralis, Nerv. ischiadicus, beide aus dem Plexus ischiadicus kommend. *coc* Nerv. coccygeus. *sym* Ganglienkette des Sympathicus. Das oberste Halsganglion liegt in der Höhe des Nerv. hypoglossus.

557 *sym*, *10*, *5* u. 556 *sym*) eingeht. Der übrige Theil des Grenzstranges zieht sich unter den Querfortsätzen der Wirbel nach hinten, steht mit den sämmtlichen Spinalnerven in Verbindung und sendet die Nerven zu den Eingeweiden und zu dem Herzen ab. Bei den Knochenfischen verhält sich der Sympathicus im Allgemeinen ähnlich. Nur pflegt der Kopftheil reducirt zu sein auf eine Verbindung, welche das Kopfende des Grenzstranges mit dem hintern Wirbelnerven (*Vagus*, *Glossopharyngeus*) eingeht. Bisweilen wird auch eine Verbindung mit dem Quintus angetroffen. Am Anfang seines Rumpfabschnittes besitzt der, hart an der Wirbelsäule anliegende Grenzstrang ein ansehnliches Gangl. splanchnicum, das die wesentlichsten Nerven — N. N. splanchnici — zu den Eingeweiden, wohin sie namentlich den Gefässbahnen folgen, entsendet. Am Schwanzbezirke liegt der Grenzstrang meistens im Caudalcanale, die Caudalgefässe begleitend und oft zu einem unpaaren Strang verschmelzend. Bei den Plagiostomen ist der Kopftheil auf einen Faden zurückgeführt, durch den das vorderste Ganglion des Rumpftheils mit dem Nerv. vagus in Verbindung steht.

## 3. Nervensystem der wirbellosen Thiere.

Audouin et Milne Edwards, Recherches anatom. sur le système nerveux, in Ann. d. sc. nat. 1e Sér. T. 14. p. 77. pl. 2—6. — v. Beneden, Mémoire sur l'Argonaute, in nouveaux mém. de l'académie royale de sc. et belles lettres de Bruxelles. T. XI. — Derselbe, Exercises zootomiques, Fasc. 1. 2. Bruxelles 1839. — Blanchard, sur le système nerveux des Annélides in Ann. d. sc. nat. 3e Sér. T. 2. p. 81. pl. 1. 2. — Derselbe, sur le système nerveux des Mollusques acéphales testacés ou lamellibranches; ebenda, 3e Sér. T. 3. p. 324. pl. 12. — Derselbe, Recherches anatomiques et zool. sur le système nerveux des Insectes; ebenda, 3e Sér. T. 5. p. 272. pl. 8—15. — Brandt, Ueb. d. Mund-, Magen- oder Eingeweidenerven d. Evertebraten, Leipzig 1835. — Derselbe (u. Ratzeburg), med. Zool. Bd. II. — C. G. Carus, Erläuterungstafeln z. vergl. Anat. Hft. 8. — V. Carus, Icones zootom. I. Th. Leipzig. 1857. — Chéron, Sur le système nerveux des Cephalopodes in Ann. d. sc. n. 5. Sér. T. 5. pag. 5. pl. 1—5. — Delle Chiaje, Memorie sulla storia e notomia degli animali senza vertebre del regno di Napoli. 4 vol. Napoli 1823—29. cum atlante d. 109 tav. — Derselbe, Descrizione e notomia degli animali invertebrati della Sicilia citeriore. Tom. I. II. cum atlante (Tav. 1—185). Napoli 1841. — G. Cuvier, Mémoire pour servir à l'histoire et à l'anatomie des Mollusques. Paris 1817. — Duvernoy, sur le système nerveux des Mollusques acéphales bivalves, in comptes rendus. 1844. No. 22, 25; 1845. No. 8. — In Froriep's neuen Notizen. 1845. No. 731. — Léon Dufour, in ann. d. sc. nat. 3e Sér. T. 1. et 15. — Derselbe, Recherches anatomiques etc. in Ann. d. sc. nat. 4e Sér. T. 10. — Eberth, Untersuchungen üb. Nematoden. — Th. Eimer, zool. Studien. Leipzig. 1873. — Milne Edwards, Histoire nat. des Crustacées. 1834—40. — Derselbe, Crustacea, in Cyclopaedia. — Faivre, Système nerveux chez quelques Annelides in Ann. d. sc. n. 4e Sér. T. 5. 6. — Frey u. Leuckart, Beitr. z. Kenntniss wirbelloser Thiere. 1847. — Garner, On the nervous system of molluscous animals, in Transactions of the Linnean society. vol. 17. 1837. pl. 24. — Gondsir (et Forbes), zur Anatomie von Thalassema u. Echiurus, in Froriep's neuen Notizen 1841. No. 392. pag. 279. — Grant, in Zool. Transact. 1833. I. pl. 2. — Greef, Ueber den Bau d. Echinodermen in. d. Sitzungsberichten d. Marburg. Gesellsch. f. ges. Naturw. 1871. No. 8; 1872. No. 9 u. 11; 1876. No. 1. — Derselbe, Uber den Bau der Echiuren, ebenda, Sitzungsber. 1874. No. 2. S. 21; u. 1877. No. 4. S. 70. — Heller, z. Anat. v. Argus persicus, in Sitzungsber. d. Wiener Acad. d. W. 1858. — Haeckel, Ueb. d. Augen und Nerven der Seesterne in Zeitschr. f. w. Z. Bd. I. — Derselbe, Beitr. z. Naturgeschichte d. Hydromedusen. 1865. — Helmholtz, De fabrica systematis nervosi evertebratorum. Königsberg. — Henle, Ueb. Enchytraeus, eine neue Anneliden-Gattung, in Müller's Archiv. 1837. pag. 85. Taf. 6. — Keber, De nervis concharum. Dissert. Berol. 1837. — Derselbe, D. Eingeweidenervensystem der Teichmuschel in Müller's Archiv. 1852. S. 76. Taf. 3. — Keferstein, Unters. üb. nied. Seethiere, in Zeitschr. f. w. Z. 1862. — Derselbe und Ehlers, zool. Beitr. Leipzig. 1851. — Krohn, Ueb. d. Nervensystem d. Echiniden u. d. Holothurien in Müller's Archiv. 1841. — Kutorga, Scolopendrae morsit. anatome. 1834. — Lacaze-Duthiers, Histoire et Monographie du Pleurobranche in Ann. d. sc. n. 4e Sér. 11. pag. 199. pl. 11. 12. — Derselbe, Sur le système nerveux de l'Haliotide, ebenda, 4e Sér. T. 12. pag. 127. — Derselbe, Mémoire sur l'anatomie etc. des Vermets, ebenda 4e Sér. T. 13. pag. 248. pl. 6. — Lemoine, Recherches pour servir à l'histoire du système nerveux de Écrevisse, in Ann. d. sc. n. 5e Sér. T. 9. pag. 99. — Lespès, Recherches sur l'organisation etc. du Termite lucifuge, in Ann. d. sc. n. 4e Sér. T. 5. pag. 265. pl. 7. — Leydig, Vom Bau des thier. Körpers. Bd. I. 1. Hälfte. Tüb. 1864. S. 117. — Derselbe, Tafeln z. vergl. Anat. Hft. 1. Tüb. 1864. — Meissner, Ueb. Vermis albicans, in Zeitschr. f. w. Z. 1854. — J. Müller, Ueb. ein eigenth., dem Nerv. sympathicus analoges Nervensystem d. Eingeweide bei den Insecten, in d. nov. act. academ. Caesar. Leopold. natur. curios. Bd. 14. — Derselbe. Beitr. z. Anatomie d. Scorpions, in Meckel's Archiv. 1828. — Derselbe, Anat. Studien üb. d. Echinodermen, in dessen Archiv. 1850. — Newport, (Nervensystem v. Sphinx ligustri), in Philosoph. transactions. 1832. pl. 12. 13. — Derselbe, ebenda 1834. pag. 389. pl. 13—17. — Derselbe, On the structure of the nervous system, in Philosoph. transact. 1843. P. V. pl. 11. 12. in Froriep's neuen Notizen. Bd. 28. S. 177. — Owen, Cephalopoda in Todd's Cyclopaedia Vol. I. — A. Pagenstecher, Beitr. z. Anat. d. Milben. Hft. 1. 2. 186—61. — Derselbe, Beitr. z. Anat. u. Physiol. v. Phronima sedentaria im Archiv f. Naturgesch. 1861.

— Panceri, Gli organi et la secrezione dell' acido solforico nei Gasteropodi etc. Napoli 1869. Tav. I. Fig. 1. — Quatrefages, Sur le système nerveux des Annelides, in Ann. d. sc. n. 3e Sér. T. 2. pag. 81. pl. 1. 2, und T. 14. pag. 329. pl. 6—10. — Derselbe, Sur l'organisation des Pycnogonides, ebenda 3e Sér. T. 4. pag. 12. pl. 4—6. — Derselbe, Mémoire sur les Nemertiens, ebenda, 3e Sér. T. 6. pag. 173. pl. 14. — Derselbe, Études sur le système nerveux de Sangue et des Lumbrices, ebenda, 3e Sér. T. 17. — Rymer Jones, Myriapoda, in Todd's Cyclopaedia of anatomy. — Roth, De animalium invertebrator. systemate nervoso. Wirceburgi 1825. — v. Siebold, vergl. Anatomie der wirbellosen Thiere. Berlin 1848. — Schneider, Die Muskeln u. Nerven d. Nematoden im Archiv f. Anat. u. Physiol. 1860. — O. Schmidt, Die dendrocœlen Strudelwürmer, in Zeitschr. f. w. Z. 1860. — M. Schultze, Beitr. z. Naturgesch. d. Turbellarien. 1851. — Spix, Der ges. innere Körperbau d. Blutegels, in d. Denkschr. d. Münch. Academie d. W. 1813. — Strauss-Dürkheim, Considérations générales sur l'anatomie comparée des animaux articulés etc. Paris 1828. — Swan, Illustrations of the comparative anatomy of the nervous system. 1835. — Tiedemann, Anatomie d. Röhrenholothurie etc. Landshut 1816. — Treviranus, Ueb. d. innern Bau d. Arachniden 1812. — Derselbe, Nervensystem d. Scorpions u. d. Spinne, in dessen Zeitschr. f. Physiologie Bd. 4. S. 89. Taf. 6. — Derselbe, in dessen vermischten Schriften. Bd. I u. II. — R. Wagner. Icones zootom. Lips. 1841. — G. Walter, Microscop. Studien üb. d. Centralnervensystem wirbelloser Thiere. Bonn. 1863. — Will, Ueb. d. Structur d. Gangl. u. d. Ursprung der Nerven bei wirbellosen Thieren, in Müller's Archiv 1844. S. 76. —

Es gibt eine Anzahl niederer thierischer Geschöpfe (Protozoën und viele Cœlenteraten, wie die Polypen, Hydroïden, Siphonophoren, manche Würmer, wie namentlich Eingeweidewürmer), bei denen man entweder bis jetzt gar kein Nervensystem wahrnehmen konnte, oder, wo man, wie bei letzteren Thieren, ein solches vorgefunden zu haben glaubte, der Befund doch noch zweifelhaft ist.

Die höheren Formen der Wirbellosen dagegen, wie unter den Coelenteraten die Scheiben- und Rippenquallen, dann die Echinodermen, Würmer, Arthropoden und Mollusken sind entschieden mit einem Nervensystem versehen, wenn auch dasselbe auf sehr verschiedener Stufe der Ausbildung angetroffen wird.

Wie bei den Wirbelthieren, so lässt sich auch bei den Wirbellosen ein Centraltheil gegenüber einem peripherischen unterscheiden. Ersterer tritt in der Form von Ganglien auf, welche durch Häufung von Nervenzellen gebildet werden. Letzterer besteht aus den von jenen ausgehenden Nerven, die von bündelartig zusammengelegten Nervenfasern gebildet werden, welche mit ihrem einen Ende mit den Zellen des Centralorganes, mit ihrem andern mit den Körpertheilen in Verbindung stehen.

Wo die einfachsten Anlagen eines Nervensystems auftreten, stellt das Centralorgan eine Ganglienmasse dar, welche über dem Eingang der Verdauungshöhle oder in deren Nähe liegt; daher Schlundganglion, oberes Schlundganglion heisst. Es kann ein einfaches oder in zwei Seitenhälften getheiltes Doppelganglion sein, von dem die Körpernerven ausgehen (Fig. 558). Als Ausdruck einer höheren Ausbildung gehen von ihm beiderseits zwei Nerven ab, welche an der ventralen Seite zu einer Schlinge zusammenfliessen und ein, den Eingang zum Nahrungskanal umschliessen-

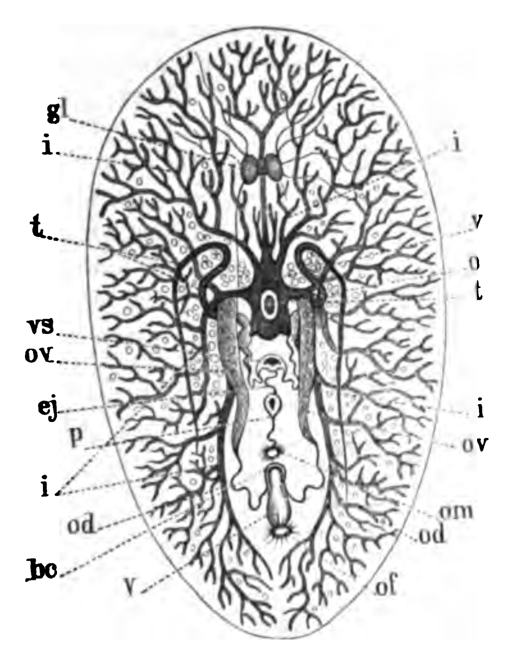



Fig. 558. Anatomie von Polycelis pallidus (nach Quatrefages). *o* Mund. *v* Magen. *i* Verästelte Därme. *om* Männliche Geschlechtsöffnung. *p* Ruthe. *ej* Ductus ejaculatorius. *vs* Samenblase, beiderseits die Samenleiter aufnehmend. *t* Hoden. *of* Weibliche Geschlechtsöffnung. *v* Scheide. *bc* Begattungstasche. *od* Eileiter. *ov* Ovarien.

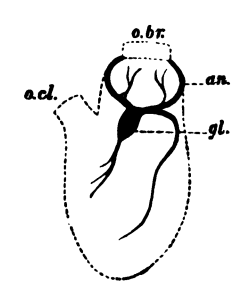
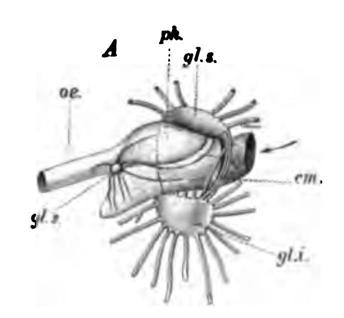



Fig. 559. Schema des Nervensystems von Ascidia. *o.br* Kiemenöffnung. *o.cl* Kloakenöffnung. *gl* Ganglion zwischen beiden. *an* Nervenschlinge (Schlundring), die Kiemenöffnung umgebend.

den Ring — Schlundring — bilden, von welchem ebensowohl, als vom Ganglion selbst, die Körpernerven ausgesendet werden (Fig. 559). Bei höherer Ausbildung tritt zu jenem Ganglion noch ein zweites hinzu, das unter dem Schlunde seine Lage nimmt — unteres Schlundganglion —, das mit dem obern Ganglion durch Commissuren in Verbindung steht, so dass der Schlundring aus zwei Ganglien, einem obern und untern und den seitlichen Commissuren gebildet wird (Fig. 560). Am obern, wie auch am untern Ganglion kann es bei höherer Ausbildung mehr oder weniger noch zu einer Sonderung in zwei laterale Hälften oder Halbkugeln kommen.

Bei Thieren mit strahligem Körperbau richtet sich die Form des Nervensystems



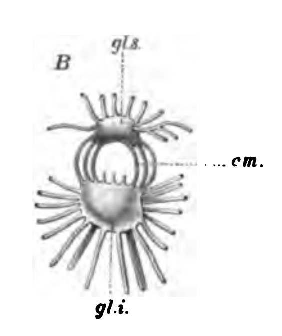




Fig. 560. Schlundganglion und Schlundring von Helix pomatia, von der Seite (*A*) und von vorn (*B*), nach Brandt und Ratzeburg. **A.** *gl.s* Oberes Schlundganglion mit seinen abgeschnittenen Nervenzweigen. *gl.i* Unteres Schlundganglion, mit seinen ausstrahlenden Nerven. *cm* Dreifache Commissuren auf jeder Seite, welche den Schlundkopf (*ph*) umgeben und den Schlundring herstellen. Kleines (sympathisches) Ganglion am Anfange der Speiseröhre liegend, das an letztere, an den Schlundkopf und an das obere Schlundganglion Zweige entsendet. — **B.** Schlundring von vorn dargestellt. Die Bezeichnung dieselbe.

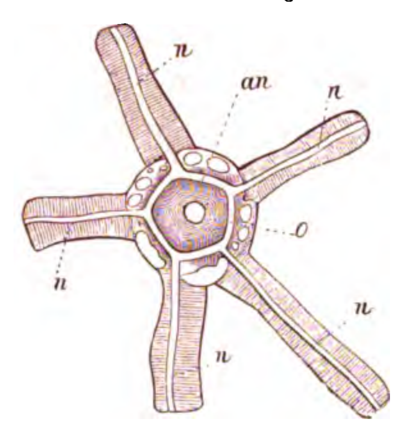



**Fig. 561.** Nervensystem von **Holothuria tubulosa** (nach **Krohn**). *o* Mund. *an* Nervenring (Schlundring). *n* Die 5 davon ausgehenden Nerven.

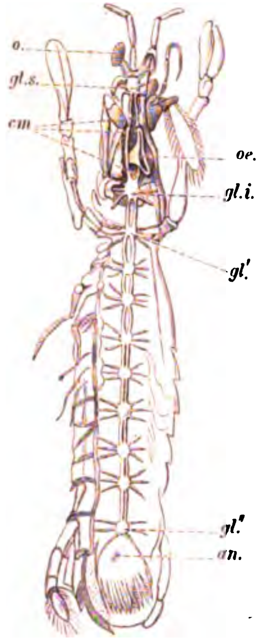



**Fig. 562.** Nervensystem des **Heuschreckenkrebses** (*Squilla mantis*). Das Thier vom Rücken geöffnet und die Eingeweide entfernt. (Nach **C. G. Carus.**) *gl.s* Hirnknochen oder oberes Schlundgangbein mit den Sinnesnerven des Kopfes, besonders den Sehnerven zu den Augen (*o*). *gl.i* Unteres Schlundganglion oder erstes Bauchganglion, mit den, namentlich zu den Kiefern gehenden Nerven. *cm* Die beiderseits des Schlundes (*oe*) liegenden Commissuren, welche den Schlundring herstellen. *gl'* Zweites Bauchganglion, aus welchem vorzüglich die Nerven der Sehnerven abgegeben werden. *gl''* Letztes Ganglion des Bauchmarkes. *an* After (*Anus*).

nach diesem und geht von dem Schlundringe eine der Zahl der Körperradien entsprechende Zahl der Körpernerven aus (Fig. 561).

Bei Thieren von seitlich symmetrischem Körperbau und einer Gliederung des Leibes in hinter einander liegende Segmente schliessen sich an die ventralen unteren Schlundganglien noch weitere **ventrale Ganglien** an, deren Zahl sich nach der Zahl der Körpersegmente richtet und die unpaar oder paarig sein können und durch Längscommissuren zu einem einfachen oder doppelten Ganglienstrang oder einer Ganglienkette — dem sog. **Bauchmark** — verknüpft sind (Fig. 562).

Sämmtliche Längscommissuren mit den, durch sie verbundenen Ganglien kann man auch als **zwei Nervenstämme** mit gangliösen Anschwellungen sich vorstellen, die durch Quercommissuren mit einander in Verbindung stehen. Diese **Längsstämme** können so nahe beisammen liegen, dass ihre Ganglien zu unpaaren zusammengeflossen zu sein scheinen, oder auch weit aus einander liegen (Fig. 563 u. 564), ja so weit, dass sie dann **seitliche Längsnervenstämme** darstellen. In letzterem Falle können die Quercommissuren bis auf eine am vordern und eine am hintern Ende wegfallen (Fig. 565).

Die Länge des Bauchmarkes, die Zahl seiner Ganglien und die Entfernung der letzteren von einander richtet sich nach der Länge des Körpers, nach der Zahl und Grösse seiner Glieder. Daher bei Thieren mit langem, vielgliedrigem Leibe das Bauchmark lang ist, seine Ganglien zahlreich sind, während bei kurzem ge-

drungenem Körper die Zahl klein ist. Wo die Körpersegmente schmal sind, stehen die Ganglien nahe beisammen, und wo mehrere verschmolzen

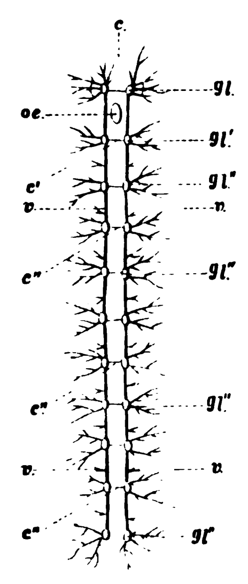



**Fig. 563.** Nervensystem von Talitrus locusta. *gl* Obere Schlundganglien. *c* Querverbindung derselben. *oe* Speiseröhre (*Oesophagus*). *v* Die beiden ventralen Nervenstämme. *gl'* Die unteren Schlundganglien, das zweite Ganglienpaar der Nervenstämme darstellend. *c'* Querverbindung derselben, welche mit den beiderseits des Oesophagus zu den oberen Schlundganglien gehenden Längscommissuren und mit der oberen Quercommissur den Schlundring herstellt. *gl''* Die übrigen folgenden Ganglien. *c''* Quercommissuren zwischen denselben.

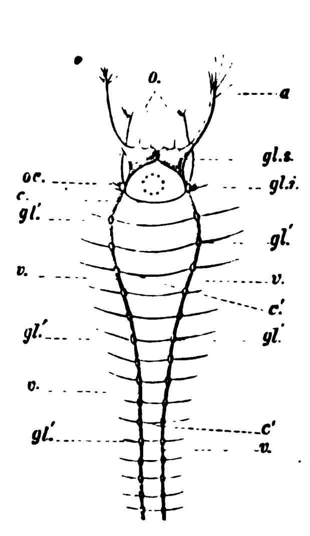



**Fig. 564.** Nervensystem von Serpula. *gl.s* Obere Schlundganglien, von ansehnlicher Stärke und von beiden Seiten zusammenstossend. *gl i* Untere Schlundganglien. *c* Quercommissur zwischen denselben. *oe* Oesophagus, von dem Schlundring umfasst. *o* Nerven zu den Mundtheilen. *a* Nerven zu den Antennen. *v* Die beiden ventralen Nervenstämme. *gl'* Deren Ganglien. *c'* Quercommissuren derselben.

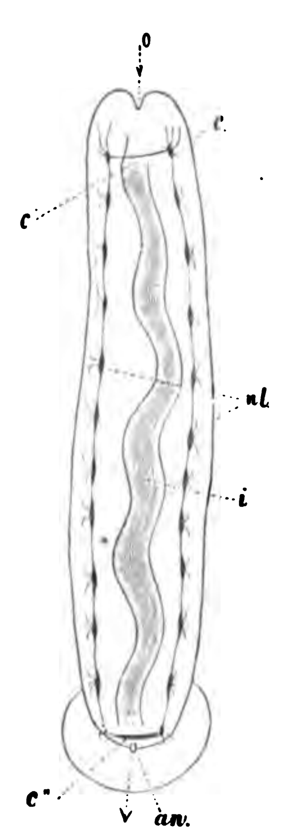



**Fig. 565.** Nervensystem von Malacobdella (halbschematisch nach Blanchard). *o* Mund. *i* Darm. *an* After. *c* Gehirn oder obere Schlundganglien. *c'* Quere Verbindung derselben. *c''* Quere Verbindung der hintersten Ganglien. *nl* Die lateralen gangliösen Nervenstämme.

sind, fliessen auch die entsprechenden Ganglien zu grösseren einfachen zusammen (Fig. 566). Bisweilen sind alle Bauchganglien nur durch ein gemeinsames vertreten.

Da die äussere Form des Nervensystems der Wirbellosen mehr mit dem Sympathicus-, als mit dem Cerebrospinalsystem Aehnlichkeit hat, so wurde früher die Frage, ob es jenem oder diesem entspreche, oft discutirt. Jetzt ist man, obschon die Faserelemente dieses Nervensystems nicht mit den cerebrospinalen Markfasern der Wirbelthiere, sondern mit den blassrandigen marklosen des Sympathicus morphologisch übereinkommen, — doch allgemein der Ansicht, dass es dem Cerebrospinalsystem der Wirbelthiere, — und zwar die obern Schlundganglien dem Gehirn und das Bauch-

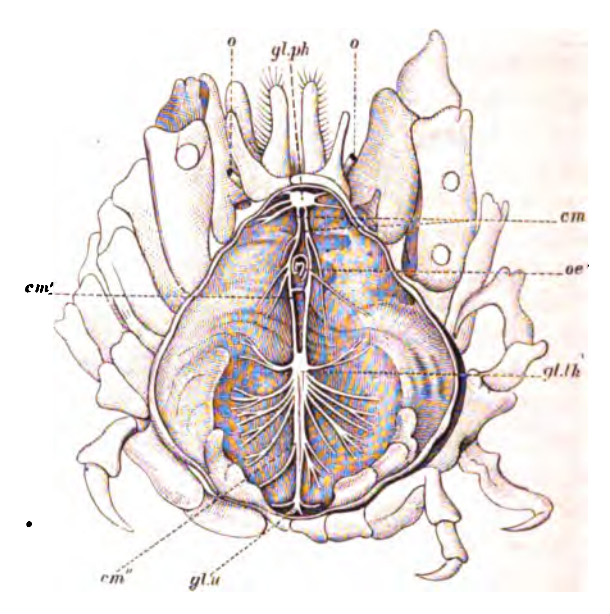



**Fig. 566.** Eine vom Rücken geöffnete Seekrabbe (*Pisa Tetraodon*), deren Eingeweide weggenommen sind, um das Bauchmark zu zeigen (nach C. G. Carus). *o* Augen. *oe* Abgeschnittener Schlund. *gl.ph* Hirnknoten oder oberes Schlundganglion (*gl. phar. sup.*), welches die Sinnesnerven des Kopfes, besonders die Sehnerven absendet. *cm* Die beiderseits des Schlundes liegenden Commissuren, welche mehrere Eingeweidenerven absenden. *cm'* Quercommissur unter dem Schlunde, wodurch jene mit einander verbunden sind. *gl.th* Grosses Brustganglion (auch unteres Schlundganglion genannt), welches 5 Nervenpaare nach beiden Seiten entsendet, daher als ein aus 5 einzelnen Ganglien hervorgegangenes angesehen werden kann. *gl.u* Das letzte Bauchganglion. *cm''* Zwei lange Commissuren, wodurch dasselbe mit dem Brustganglion verbunden ist.

mark dem Rückenmark — entspreche. Wie Hirn uud Rückenmark, bilden auch die Schlundganglien und das Bauchmark die Centralheerde für die Nerven der Sinnesorgane, der Körpermuskeln und die Bedeckungen. Die von den obern Schlundganglien abgehenden Nerven sind daher den Cerebral-, die des Bauchmarkes den Spinalnerven vergleichbar. Letztere sollen nach Leydig ihren spinalen Charakter selbst noch darin kund geben, dass sie gleich den hintern und vordern Spinalwurzeln, theils am obern (dorsalen), theils am untern (ventralen) Umfang der Ganglien hervortreten. Selbst eine auch functionelle Verschiedenheit dieser Wurzeln, wonach die einen nur sensibel, die anderen motorisch wären, soll durch die Verschiedenheit in feinerm Bau nachweisbar (?) sein.

Die Frage, ob die Wirbellosen ausser diesem Nervensystem auch noch ein besonderes sympathisches Nervensystem besässen, wurde früher in sehr verschiedener Weise, im Allgemeinen aber verneinend beantwortet. Und wenn man erwägt, dass die seelischen Functionen bei den Wirbellosen auf das geringste Maass reducirt erscheinen, die Vermittelung der unbewusst und willenlos, automatisch von Statten gehenden Lebensprocesse vielmehr den Hauptkreis der Thätigkeiten des centralen Nervensystems bildet und dadurch viele Vorgänge durch dieses schon vollzogen werden, die bei Wir-

belthieren dem Sympathicus unterstellt waren, — auch die secretorischen und nutritiven Processe bei den Wirbellosen viel einfacher und minder energisch von Statten gehen, als bei Wirbelthieren, — konnte es auch gerade nicht sonderlich auffallen, wenn man ein eigenes sympathisches Nervensystem bei erstern allgemein zu vermissen glaubte, da dasselbe als gleichsam in das cerebrospinale System aufgegangen oder durch dieses vertreten erscheinen könnte.

Allein ungeachtet dessen, hat man doch bei den höhern Wirbellosen (Würmern, Arthropoden, Mollusken) seit J. Müller und Brandt Nerven kennen gelernt, welche durch ihre Verzweigung in den Eingeweiden und ihre Neigung zur Ganglien- und Geflechtbildung mit dem Sympathicus der Wirbelthiere verwandt sich zeigten und desshalb auch mit demselben verglichen wurden, zumal bei einigen auch histologische Eigenthümlichkeiten die Annahme noch unterstützten, dass man es hier mit einer, dem sympathischen System entsprechenden Einrichtung zu thun habe.

Zuerst lernte man Nerven kennen, die vom Gehirnganglion entspringend, theils paarige, theils unpaare, Ganglien tragende und Geflecht bildende Stämmchen darstellen und am Anfangstheil des Tractus intestinalis bis zum Magen — als sog. Mundmagennerven, auch Schlundnervensystem — sich verästeln (Fig. 560 *A* u. 567). Nebst diesen wurden (durch Krohn) bei den Crustaceen Nerven zum Darmkanal nachgewiesen, welche aus den Bauchganglien des Bauchmarkes abgegeben werden. Ausser diesen Nerven zum Verdauungskanal wurden auch Nerven zu den Tracheen und zur Stigmenmuskulatur der Insecten (*Nervi respiratorii*, Newport) dargelegt, welche von medianen, auf dem Bauchmark, zwischen den Längscommissuren verlaufenden Nerven kommen. Die Zahl dieser Nerven entspricht der Zahl der Abschnitte der Bauchkette. Jeder bezieht seine Wurzel aus einem vorangehenden Bauchganglion, verläuft nach hinten, sendet in das nächste Ganglion einen Zweig ein, theilt sich dann auf der Höhe dieses Bauchganglions gabelig in zwei querlaufende Zweige (*Nervi transversi*), von denen jeder, eine längliche gangliöse Anschwellung bildend, mit den entsprechenden Seitenästen der Bauchganglionkette sich vereinigt und in deren Bahnen verbleibt, bis sie zur Peripherie gelangen (Leydig*).

Der sympathische Charakter dieser verschiedenen, den Eingeweiden zugehörigen Nerven wird indess für die ersteren der oben verzeichneten, zum Darmkanal gehenden Nerven wieder vielfach bezweifelt; dieselben werden vielmehr, zum Theil wenigstens, als den Hirnnerven, z. B. dem Vagus der Wirbelthiere entsprechende angesehen. Nur die Newport'schen Nervi respiratorii werden für den eigentlichen Sympathicus gehalten (Blanchard,

*) Leydig, V. Bau d. th. K. Bd. I, S. 203 u. Taf. z. vgl. A. Taf. VI, Fig. 3.

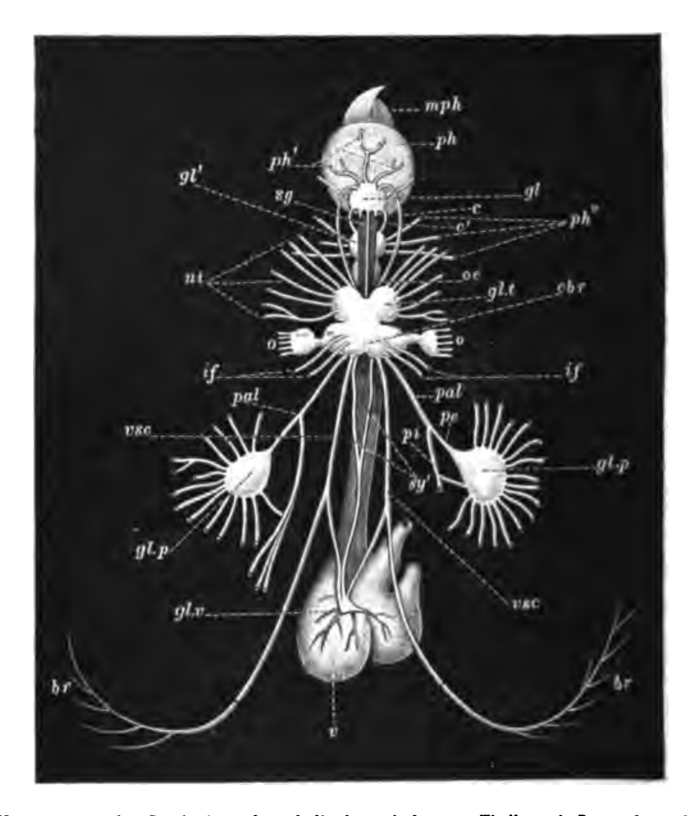



**Fig. 567.** Nervensystem der Cephalopoden (halbschematisch, zum Theil nach Brandt u. Ratzebur… *ph* Schlundkopf (*Pharynx*). *mph* Schlundkiefer. *oe* Oesophagus. *v* Magen (*Ventriculus*). *cbr* Unterer Th… des sog. Hirns oder unteres Schlundganglion, von unten dargestellt (das obere Schlundganglion oder der ob… Theil des Hirnknotens ist mit dem untern zu einer, den Schlund ringförmig umgebenden Masse, dem Hirn der Auctoren, verwachsen, welche jedoch dem Schlundringe der andern Wirbellosen entspricht). *gl.t* Zw… vordere ganglioöse Abtheilungen des Hirns, woraus die Nerven (*nt*) für die Fangarme strahlig hervorgehen. *o* Sehnerven (*N. opt.*), hinter diesen platten Ganglien, seitlich vom Hirn abgehend. *if* Zwei Nerven, die an den Trichter sich vertheilen. *pal* Mantelnerv, welcher in zwei Aeste, einen äusseren (*pe*) und inneren (*pi*), sich theilt, von denen der erstere in das Mantelganglion (*gl.p; Ganglion stellatum*) übergeht, während der andere ohne Ganglienbildung bleibt und in die Flosse sich vertheilt. *vsc* Ein Nerv, welcher nach innen und hinter… von dem vorigen vom Hirn abgeht und rückwärts laufend, an den Mastdarm, den Tintenbeutel, an die Kiem… (*br*) und andern Organe sich verzweigt, daher Kiemennerv (*N. branchialis*) genannt, auch zum Magenganglion ein Aestchen sendet. *gl, gl'* Zwei, vor dem Hirn, unter (*gl*) und über (*gl'*) dem Oesophagus gelegene Ganglien welche in Verbindung mit einem am Magen liegenden Nervenknoten (*gl.v*) ein besonderes Eingeweidenervensystem zusammensetzen. *gl* Unteres Speiseröhrenganglion, welches rückwärts, theils durch zwei lange Faden mit dem Hirn (*gl.t*), theils durch zwei kurze Nerven (*c'*) mit dem obern Speiserohrknoten (*gl'*) so in Verbindung steht, dass zwischen beiden der Oesophagus durchgeht. *ph'* Vordere Zweige des untern Ganglions an der untern Seite des Schlundkopfes und untern Mundtheils. Aus seinem hintern Rande gehen mehrere Zweige für den Oesophagus hervor, wovon der mittlere (*sg*) der stärkste ist, mit der Speiseröhre rückwärts läuft, dann in zwei Aeste (*sg'*) sich theilt, die mit der Speiseröhre nach dem Magen ziehen, hier wieder zu einem Stämmchen sich vereinigen und schliesslich in ein Ganglion — Magenganglion (*gl.v*) —, das seine Zweige an die beiden Magen und Leber sendet, endigen. *gl'* Oberes Speiseröhrganglion, das mit dem untern Ganglion durch einen Faden jederseits des Oesophagus (*c''*) verbunden ist und vorzüglich Zweige (*ph''*) an die obere Seite des Schlundkopfes und an die obern Weichtheile der Mundgegend entsendet.

Leydig u. A.). Am meisten dem Sympathicus der Wirbelthiere vergleichbar ist wohl der, neben dem Bauchmark laufende unpaare **Magen-Darmnerv** der Hirudineen, der nach beiden Seiten zu den Magensäcken bis zum Ende des Nahrungsschlauches ganglienreiche Verästelungen entsendet (vergl. Leydig, a. a. O., S. 148 u. dess. Taf. I, Fig. 4; Taf. II. Fig. 5'

## 1. Nervensystem der Arthropoden.

Wo die Gliederung des Arthropodenkörpers in hinter einander liegende Segmente eine noch sehr gleichartige ist, pflegt auch das Nervensystem eine solche Gleichförmigkeit zu besitzen. So ist dies namentlich bei den Myriapoden der Fall, deren Bauchmark aus Ganglien besteht, welche gleich gross und gleich weit von einander entfernt sind und deren Zahl stets auch der Zahl der Leibessegmente entspricht, so dass jedes Ganglion gleichsam das Centralorgan für die Nerven eines solchen darstellt.

Auch bei den Larven der Insekten findet man noch dieselbe Gleichartigkeit, da in diesem Entwicklungsstadium die Glieder des Körpers noch gleichförmig und gleichwerthig sind. Das Bauchmark stellt noch einen Ganglionstrang dar, der den Körper in seiner ganzen Länge vom Vorder- bis zum Hinterende so durchläuft, dass in jedes Körpersegment je ein Ganglion, in das letzte Segment auch das hinterste Ganglion zu liegen kommt.

Bei der Umwandlung in das vollkommene Insekt — wobei einzelne Körpersegmente für grössere Leistung stärker sich ausbilden, andere zur Herstellung grösserer einheitlicher Körperabschnitte ihre Selbstständigkeit, in Folge von Verwachsung untereinander, verlieren, — vollziehen sich indess auch am Ganglienstrang analoge Veränderungen. Das Gehirnganglion ist, bei der ansehnlichen Ausbildung der Sinnesorgane (Augen, Fühler), gross und meistens in zwei Halbkugeln äusserlich getrennt. Das untere Schlundganglion bildet das erste Ganglion des Bauchmarkes, ist durch zwei, den Schlund zwischen sich nehmende Längscommissuren mit dem obern verbunden. Die im Thorax liegenden sog. Brustganglien, 2—3 an der Zahl, versorgen die Thoracalanhänge, Füsse und Flügel, sind daher durch grössere Stärke ausgezeichnet, während die nachfolgenden Abdominalganglien wieder eine geringere Grösse zeigen (Fig. 568). Allgemein wird hier die ursprüngliche Duplicität der Gang-

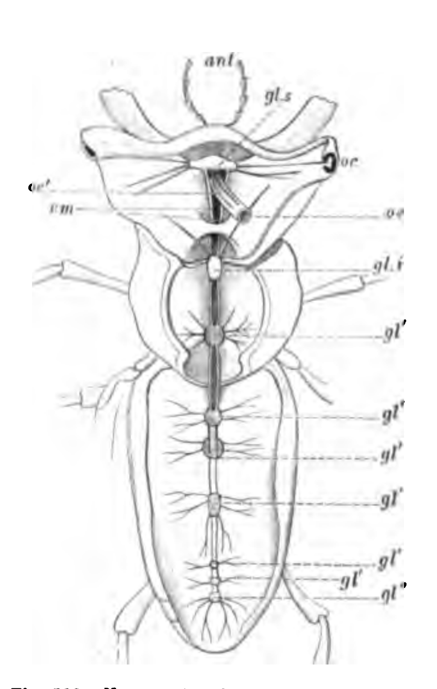



Fig. 568. Nervensystem des Hirschkäfers (*Lucanus Cervus*). Das Thier ist von oben geöffnet und die Eingeweide entfernt (nach C. G. Carus). *ant* Fühler. *oc* Augen. *oe* abgeschnittener Schlund. *gl.s* Hirnknochen oder ob. Schlundganglion, das zu den Acetremen, Augen und andern Theilen des Kopfes Zweige sendet. *oe'* Zweige zur Speiseröhre. *gl.i* Unteres Schlundganglion oder erstes Ganglion der Bauchkette. *cm* Die beiden Commissuren, welche mit den Schlundganglien den Schlundring bilden. *gl'* Die übrigen Ganglien der Bauchkette, jeweils durch doppelte Commissuren verbunden. *gl''* Letztes oder Endganglion derselben.

lien, wenigstens äusserlich vermisst; dagegen ist sie bei den Längscommissuren erhalten.

Bei den **Crustaceen**, in dieser formenreichen Abtheilung der Arthropoden, zeigt sich eine grosse Mannigfaltigkeit der Gestalt, in welche das Nervensystem sich kleidet. Von dem Auftreten **zweier** gesonderter, **gangliöser Parallelstränge**, die aber durch Quercommissuren mit einander verbunden sind (Fig. 569), deren Ganglien klein und gleichartig sind, bis zur Verschmelzung der Doppelganglien zu einfachen, unpaaren und bis zur Concrescenz aller Ganglien zu zwei den Schlund umlagernden Hauptganglien (Fig. 570), finden sich die verschiedensten Uebergänge.

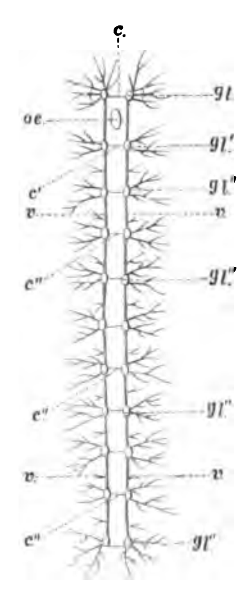



**Fig. 569.** Nervensystem von **Talitrus locusta.** *gl* Obere Schlundganglien. *c* Querverbindung derselben. *oe* Speiseröhre (*Oesophagus*). *v* Die beiden ventralen Nervenstämme. *gl'* Die unteren Schlundganglien, das zweite Ganglienpaar der Nervenstämme darstellend. *c'* Querverbindung derselben, welche mit den beiderseits des Oesophagus zu den oberen Schlundganglien gehenden Längscommissuren und mit der oberen Quercommissur den Schlundring herstellt. *gl''* Die übrigen folgenden Ganglien. *c''* Quercommissuren zwischen denselben.

Das **Gehirnganglion** zeigt in Folge der verschiedenen Entwicklung der am Kopfe sitzenden Sinnesorgane, besonders des Sehorganes, eine verschiedene Ausbildung. Sie sind stark, namentlich wo die Augen gross sind, fallen aber einer Rückbildung anheim, wo diese verkümmert sind oder ganz fehlen (Copepoden, Cirripeden).

Das **untere Schlundganglion** oder vorderste Bauchganglion steht mit dem Gehirn meistens durch lange Commissuren (Fig. 571), wenn der Mund weit nach hinten verlegt ist, in Verbindung. Bei andern können diese dagegen eine solche Verkürzung erfahren, dass Gehirn und unteres Schlundganglion eine zusammenhängende, vom Schlund durchbohrte **Ganglienmasse** darstellt, — eine Anordnung, welche den Uebergang zu derjenigen bei den Arachniden vorbereitet.

Den Körpersegmenten am meisten entsprechend, zeigen sich die Ganglien des Bauchmarkes bei den **niedrigen Formen der Crustaceen**, wo das letztere aus einer jenen entsprechenden Zahl von Doppelganglien und deren Längscommissuren oder aus zwei aus einander liegenden, und nur durch Quercommissuren verbundenen doppelten Ganglienstängen dargestellt wird (Fig. 568). Allein bei **höheren Formen** (Stomatopoden, Decapoden), wo vordere Körpersegmente zu einem Cephalothorax verschmelzen, fliessen auch die entsprechenden Ganglien zu grösseren zusammen (Fig. 571), auf welche die übrigen bis zum Schwanzende als eine Reihe gleichförmiger kleiner Ganglien folgen, deren Zahl der der Glieder

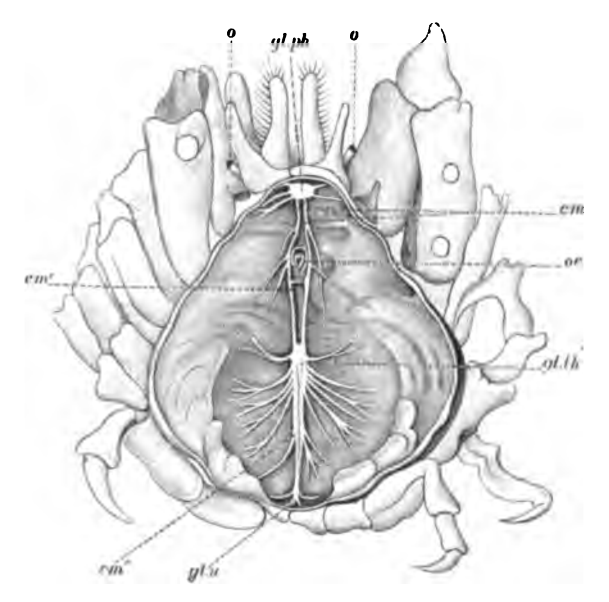



**Fig. 570.** Eine vom Rücken geöffnete Seekrabbe (*Pisa Tetraodon*), deren Eingeweide weggenommen sind, um das Bauchmark zu zeigen (nach C. G. Carus). *o* Augen. *oe* Abgeschnittener Schlund. *gl.ph* Hirnknoten oder oberes Schlundganglion (*gl. phar. sup.*), welches die Sinnesnerven des Kopfes, besonders die Sehnerven absendet. *cm* Die beiderseits des Schlundes liegenden Commissuren, welche mehrere Eingeweidenerven absenden. *cm* Quercommissur unter dem Schlunde, wodurch jene mit einander verbunden sind. *gl.th* Grosses Brustganglion (auch unteres Schlundganglion genannt), welches 5 Nervenpaare nach beiden Seiten entsendet, daher als ein, aus 5 einzelnen Ganglien hervorgegangenes angesehen werden kann. *gl.u* Das letzte Bauchganglion. *cm''* Zwei lange Commissuren, wodurch dasselbe mit dem Brustganglion verbunden ist.

des Abdomens entspricht. Bei den kurzschwänzigen Krebsen, den Krabben endlich, die — statt von einer langgestreckten Körperform von kurzer gedrungener Gestalt sind, können selbst alle Bauchganglien (bisweilen das hinterste ausgenommen) zu einem gemeinsamen grossen Ganglion zusammenfliessen (Fig. 570).

Bei den Arachniden endlich geht diese Verschmelzung der Ganglien des Bauchmarkes zum Theil noch weiter. Bei den Scorpioniden betrifft es zwar nur die Ganglien im vordern Theil des Körpers, während die des hintern Theils von dieser Verschmelzung frei blieben. Aber bei den Araneen erreicht die Concrescenz der Ganglien den höchsten Grad. Das Nervensystem besteht bei diesen nur aus zwei dicht hinter einander im Cephalothorax gelegenen gangliösen Anschwellungen. Das obere dieser beiden Ganglien, das Hirnganglion, ist kleiner, vorn zweigelappt und entsendet nach vorn die Nerven für die Augen und Kiefer. Das untere Schlundganglion, in das die Bauchganglien gleichsam aufgegangen sind, steht mit dem Hirnganglion durch so kurze Commissuren in Verbindung, dass beide gleichsam eine gemeinsame, nur vom Oesophagus durchbohrte Ganglienmasse darstellen. Dieser untere Knoten ist der Ausgangspunkt aller übrigen Körpernerven. Seitlich entsendet er die vier starken Nerven für

die Gliedmasse und Muskulatur des Cephalothorax; nach hinten kommen daraus zwei dickere Stämme hervor, die in das Abdomen eindringen, und hier, strahlig auseinander gehend, an die Baucheingeweide, ohne weitere Ganglienbildung, sich vertheilen.

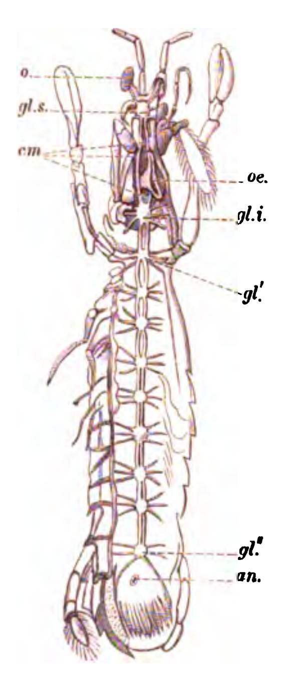



**Fig. 571.** Nervensystem des Heuschreckenkrebses (*Squilla mantis*). Das Thier vom Rücken geöffnet und die Eingeweide entfernt. (Nach C. G. Carus.) *gl.s* Hirnknochen oder oberes Schlundganglion mit den Sinnesnerven des Kopfes, besonders den Sehnerven zu den Augen (*o*). *gl.i* Unteres Schlundganglion oder erstes Bauchganglion, mit den, namentlich zu den Kiefern gehenden Nerven. *cm* Die beiderseits des Schlundes (*oe*) liegenden Commissuren, welche den Schlundring herstellen. *gl'* Zweites Bauchganglion, aus welchem vorzüglich die Nerven der Sehnerven abgegeben werden. *gl''* Letztes Ganglion des Bauchmarkes. *an* After (*Anus*).

### 2. Nervensystem der Würmer.

Auch hier ergibt sich wieder die Abhängigkeit der Anordnung und Ausbildung des Nervensystems von Form und Bau des Körpers und seiner einzelnen Organe. Wo der Körper ungegliedert ist, besteht das Nervensystem aus einem einfachen Centrum (den Hirnganglien), das sämmtliche Körpernerven entsendet; wo dagegen derselbe gegliedert erscheint, tritt, dieser Gliederung entsprechend, auch eine Mehrheit von Centren auf, die zu Längssträngen vereinigt sind, welche, wie bei den Arthropoden, an der ventralen Seite des Leibes, unter dem Darmkanale, ihre Lage nehmen. Immer liegt aber das Hauptcentralorgan, das Hirn, im vordern Körpertheil und vor oder über dem Eingang zur Verdauungshöhle.

Bei den niedern Formen der Würmer (Plattwürmern, Räderthieren u. a.) besteht das Nervensystem aus zwei, durch eine Quercommissur vereinigten, im vordern Theil des Körpers liegenden Ganglienmassen (Fig. 572), von denen Nerven nach verschiedener Richtung, vorzüglich aber zwei Längsnervenstämme nach hinten abgehen, welche in ihrem Verlaufe meistens dem Seitenrand des Körpers folgen. Als Ausdruck einer höheren Entwicklungsstufe erscheint es, wenn von dem Hirnganglion nach beiden Seiten um den Schlund herum Nerven abgehen, welche unter letzterm zu einem Schlundring sich vereinigen. Bei manchen rücken die Längsstämme mehr an die ventrale Körperseite und kommen dadurch näher an einander zu liegen. Treten in ihnen auch noch gangliöse Anschwellungen auf, so bereitet sich darin die Bildung einer

Bauchganglienkette vor, wie sie die höheren Würmer, namentlich die Annulaten so sehr entwickelt zeigen, die durch das Verhalten ihres Nervensystems unmittelbar an die Arthropoden sich anschliessen.

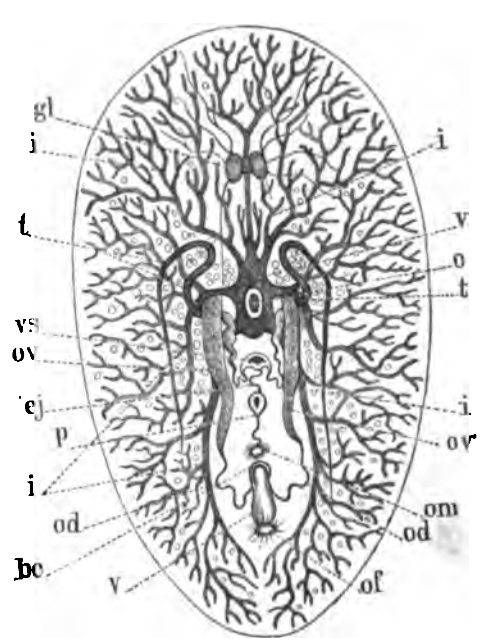



Fig. 572. Anatomie von Polycelis pallidus (nach Quatrefages). *o* Mund. *v* Magen. *i* Verästelte Därme. *om* Männliche Geschlechtsöffnung. *p* Ruthe. *ej* Ductus ejaculatorius. *vs* Samenblase, beiderseits die Samenleiter aufnehmend. *t* Hoden. *of* Weibliche Geschlechtsöffnung. *v* Scheide. *bc* Begattungstasche. *od* Eileiter. *ov* Ovarien.

Wie bei diesen, so besteht auch bei den Ringelwürmern das Centralorgan des Nervensystems aus dem über dem Schlunde liegenden Hirnganglion und aus einem an der untern Körperseite, unter dem Darm, liegenden Bauchganglienstrang oder dem sog. Bauchmark. Die Hirnganglien zeigen auch hier eine verschiedengradige Ausbildung, je nach der Entwicklung der Kopfanhänge, besonders der Sinnesorgane. Die unteren Schlundganglien, welche durch Längscommissuren mit dem Hirnganglion einen Schlundring bilden, stellen das vorderste Bauchganglion dar, von welchem namentlich die Nerven zu den Mundorganen geliefert werden (Fig. 573). Die Duplicität der Bauchganglien ist auch meistens, wie bei den Arthropoden, untergegangen, indem ursprünglich paarige nun zu unpaarigen Ganglien, an denen höchstens nur innerlich die Sonderung noch erkennbar ist, zusammengeflossen sind, was sich auch auf die sog. Längscommissuren ausdehnt. Nur bei manchen Anneliden liegt die Zusammensetzung des Bauchmarkes aus zwei gangliösen Längsstämmen noch offen zu Tage; ja diese können selbst noch mehr oder weniger von einander entfernt stehen, mehr seitlich liegen, aber doch durch Quercommissuren mit einander in Verbindung stehen (Fig. 574). Nur unter den Hirudineen kommt bei Malacobdella der Fall vor, dass die beiden Längsnervenstämme ganz in den Seiten des Körpers liegen und desshalb die Quercommissuren bis auf eine vordere und hintere untergingen (Fig. 575).

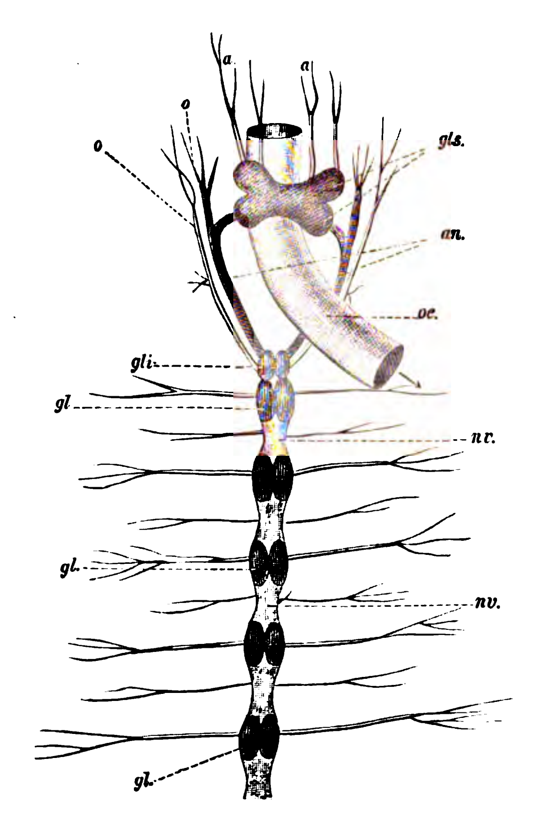



**Fig. 573.** Nervensystem von Nereis. *gl.s* Oberes Schlundganglion oder Hirnknoten. mit dem anderseitigen verschmolzen. *a* Nerven zu den Antennen. *gl.i* Unteres Schlundganglion, ganz dicht neben dem anderseitigen liegend. *an* Schlundring. *oe* Speiseröhre, durch denselben tretend. *o* Nerven zu den Mundtheilen. *nr* Bauchstrang. *gl* Ganglion desselben, unpaarig, aber aus der Verschmelzung von paarigen Ganglien hervorgehend.

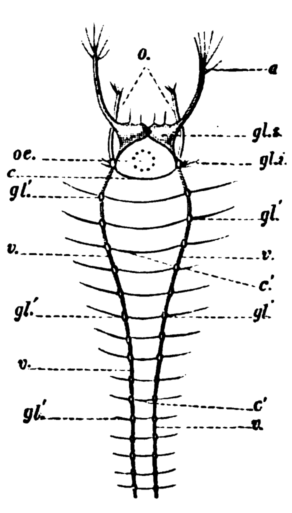



**Fig. 574.** Nervensystem von Serpula. *gl.s* Obere Schlundganglien, von ansehnlicher Stärke und von beiden Seiten zusammenstossend. *gl.i* Untere Schlundganglion. *c* Quercommissur zwischen denselben. *oe* Oesophagus, von dem Schlundring umfasst. *o* Nerven zu den Mundtheilen. *a* Nerven zu den Antennen. *v* Die beiden ventralen Nervenstämme. *gl'* Deren Ganglien. *c'* Quercommissuren derselben.

### 3. Nervensystem der Mollusken.

Wie überhaupt die Körperformen und der Körperbau die Form und Anordnung des Nervensystems beeinflussen, so findet man dies auch wieder bei den Mollusken. Da ihr Leib ungegliedert ist, fehlt bei ihnen auch jene gegliederte Form des Nervensystems, welche die Arthropoden und Anneliden in so entwickeltem Grade besitzen. Bei der meistens kurzen. gedrungenen Körpergestalt ist auch das Nervensystem mehr concentrirt und beschränkt sich auf einen Schlundring mit bald nur einem und zwar obern Schlundganglion, oder mit zwei, einem obern und untern Schlundganglion. Von diesem Schlundring und seinen Ganglien werden die Körpernerven abgegeben.

Bei den Cephalopoden finden sich doppelte Schlundganglien, die

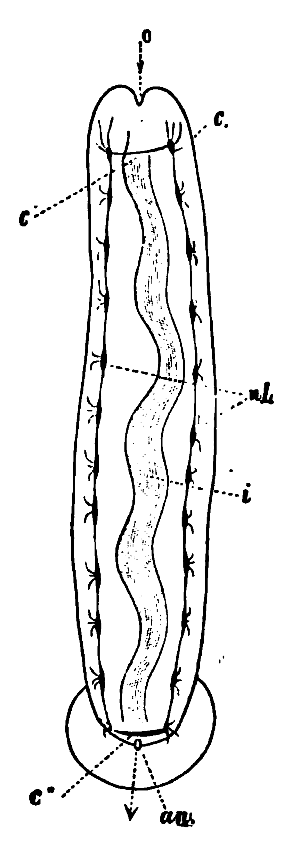



**Fig. 575.** Nervensystem von Malacobdella (halbschematisch nach Blanchard). *o* Mund. *i* Darm. *an* After. *c* Gehirn oder obere Schlundganglien. *c'* Quere Verbindung derselben. *c''* Quere Verbindung der hintersten Ganglien. *nl* Die lateralen ganglíösen Nervenstämme.

so massig entwickelt sind, dass man sie dem Hirn der Wirbelthiere um so mehr vergleichen zu dürfen glaubt, als sie auch, wie dieses, in eine knorpelige Schädelkapsel (Kopfknorpel) eingebettet sind. Das obere Schlundganglion ist — was bemerkenswerth ist und wodurch die Cephalopoden von den andern sich unterscheiden — schwächer als das untere. Die beiden Ganglien werden durch so kurze Commissuren mit einander verknüpft, dass sie seitlich unmittelbar zusammenstossen und der Schlundring so eng ist, dass er nur den durchgehenden Oesophagus aufzunehmen vermag.

Die obere Schlundganglienmasse, — das eigentliche Hirn — hat bald eine mehr rundliche oder einem querliegenden doppelten Ganglion gleichende Gestalt oder erscheint in drei Abtheilungen geschieden. Die untere Ganglienmasse dagegen wird meistens von zwei vor einander liegenden, aber mit einander verwachsenen, ansehnlichen Knotenpaaren gebildet (Fig. 576), die zugleich seitlich mit den obern Ganglien so innig verbunden sind, dass sie zusammen eine gemeinsame Ganglienmasse um den Oesophagus darstellen, an welcher eine Grenze zwischen dem obern und untern Ganglion kaum gezogen werden kann.

Aus dieser Schlundganglienmasse, namentlich der untern Partie, entspringen die Nerven für die Arme, für das Seh- und Gehörorgan, für die Muskeln des Trichters und für den übrigen Körper, und die namentlich zum Mantel, auch zum Mastdarm, Tintenbeutel, an die Kiemen und andere Organe sich vertheilen. Die zum Mantel gehenden Nerven stellen zwei ansehnliche, in ihrem Verlaufe nach hinten divergirende Stämme dar, die dicht vor den Flossen jederseits in ein Ganglion — Mantelganglion (*Ganglion stellatum*) — umgehen, von dem strahlig nach allen Richtungen die Zweige in den Mantel sich vertheilen.

Bei den Cephalophoren besteht das Centralorgan des Nervensystems auch noch aus mehreren Ganglienpaaren, die durch ein- oder mehrfache Commissuren zu einem Schlundring vereinigt sind.

Das obere Schlund- oder Hirnganglion kann eine paarige Ganglienmasse darstellen oder auch zu einem verschmolzen sein. So hat

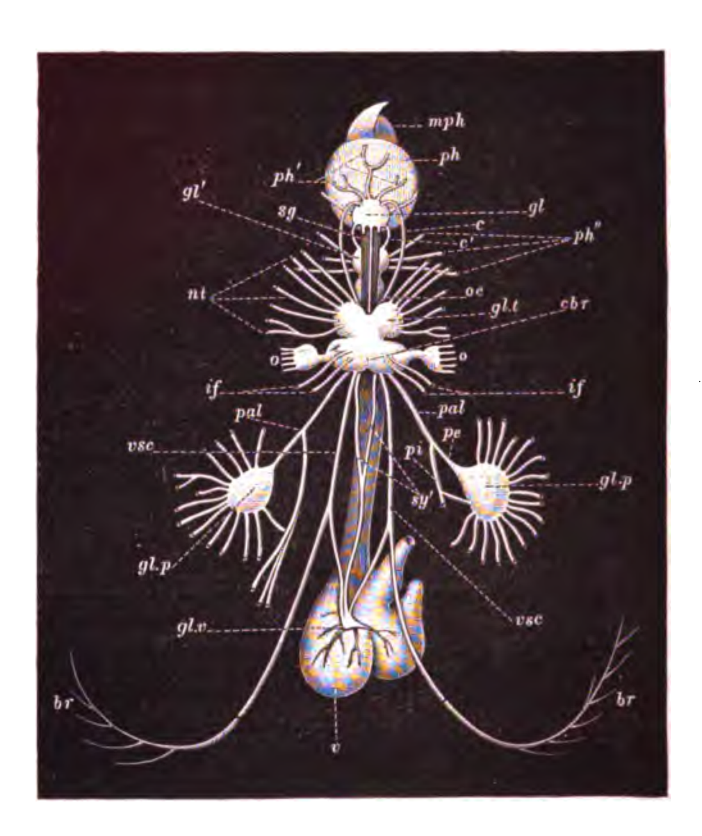



**Fig. 576.** Nervensystem der Cephalopoden (halbschematisch, zum Theil nach Brandt u. Ratzeburg. *ph* Schlundkopf (*Pharynx*). *mph* Schlundkiefer. *oe* Oesophagus. *v* Magen (*Ventriculus*). *cbr* Unterer Theil des sog. Hirns oder unteres Schlundganglion, von unten dargestellt (das obere Schlundganglion oder der obere Theil des Hirnknotens ist mit dem untern zu einer, den Schlund ringförmig umgebenden Masse, dem Hirn der Auctoren, verwachsen, welche jedoch dem Schlundringe der andern Wirbellosen entspricht). *gl.t* Zwei vordere ganglióse Abtheilungen des Hirns, woraus die Nerven (*nt*) für die Fangarme strahlig hervorgehen. *o* Sehnerven (*N. opt.*), hinter diesen platten Ganglien, seitlich vom Hirn abgehend. *if* Zwei Nerven, die an dem Trichter sich vertheilen. *pal* Mantelnerv, welcher in zwei Aeste, einen äusseren (*pe*) und inneren (*pi*), sich theilt, von denen der erstere in das Mantelganglion (*gl.p*; *Ganglion stellatum*) übergeht, während der andere ohne Ganglienbildung bleibt und in die Flosse sich vertheilt. *vsc* Ein Nerv, welcher nach innen und hinten von dem vorigen vom Hirn abgeht und rückwärts laufend, an den Mastdarm, den Tintenbeutel, an die Kiemen (*br*) und andern Organe sich verzweigt, daher Kiemennerv (*N. branchialis*) genannt, auch zum Magenganglion ein Aestchen sendet. *gl*, *gl'* Zwei, vor dem Hirn, unter (*gl*) und über (*gl'*) dem Oesophagus gelegene Ganglien, welche in Verbindung mit einem am Magen liegenden Nervenknoten (*gl.v*) ein besonderes Eingeweidenervensystem zusammensetzen. *gl* Unteres Speiseröhroganglion, welches rückwärts, theils durch zwei lange Fäden (*c*) mit dem Hirn (*gl.t*), theils durch zwei kurze Nerven (*c'*) mit dem obern Speiserohrknoten (*gl'*) so in Verbindung steht, dass zwischen beiden der Oesophagus durchgeht. *ph'* Vordere Zweige des untern Ganglions an der untern Seite des Schlundkopfes und untern Mundtheils. Aus seinem hintern Rande gehen mehrere Zweige für den Oesophagus hervor, wovon der mittlere (*sg*) der stärkste ist, mit der Speiseröhre rückwärts läuft, dabei in zwei Aeste (*sg'*) sich theilt, die mit der Speiseröhre nach dem Magen ziehen, hier wieder zu einem Stämmchen sich vereinigen und schliesslich in ein Ganglion — Magenganglion (*gl.v*) —, das seine Zweige an die beiden Magen und Leber sendet, endigen. *gl'* Oberes Speiseröhrganglion, das mit dem untern Ganglion (*gl*) durch einen Faden jederseits des Oesophagus (*c''*) verbunden ist und vorzüglich Zweige (*ph''*) an die obere Seite des Schlundkopfes und an die obern Weichtheile der Mundgegend entsendet.

Helix (Fig. 577) und Limax nur ein oberes Schlundganglion, während es sonst ein Doppelganglion zu sein pflegt. Das untere Schlundganglion kann auch einfach sein (Helix), während es sonst doppelt ist (Fig. 578), oder selbst aus zwei Ganglienpaaren bestehen kann, von denen das eine

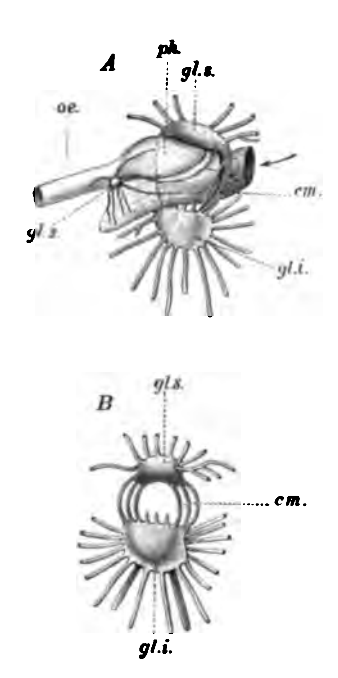



Fig. 577. Schlundganglion und Schlundring von Helix pomatia, von der Seite (*A*) und von vorn (*B*), nach Brandt und Ratzeburg. A. *gl.s* Oberes Schlundganglion mit seinen abgeschnittenen Nervenzweigen. *gl.i* Unteres Schlundganglion, mit seinen ausstrahlenden Nerven. *cm* Dreifache Commissuren auf jeder Seite, welche den Schlundkopf (*ph*) umgeben und den Schlundring herstellen. Kleines (sympathisches) Ganglion am Anfange der Speiseröhre liegend, das an letztere, an den Schlundkopf und an das obere Schlundganglion Zweige entsendet. — B. Schlundring von vorn dargestellt. Die Bezeichnung dieselbe.

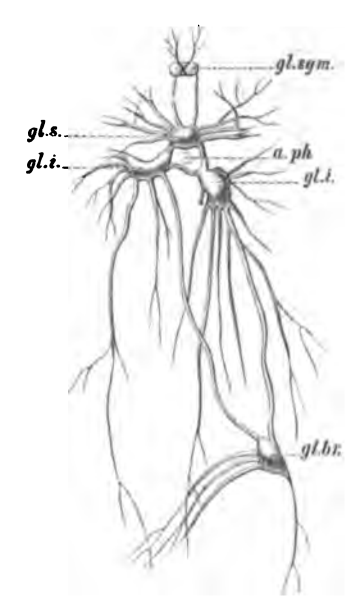



Fig. 578. Nervensystem von Aplysia. *gl.s* Oberes Schlundganglion. *gl.sym* Sympath. Ganglion. *a.ph* Schlundring. *gl.i* Die beiden unteren Schlundganglien, durch eine Quercommissur verbunden. *gl.br* Kiemenganglion. (Nach Milne Edwards).

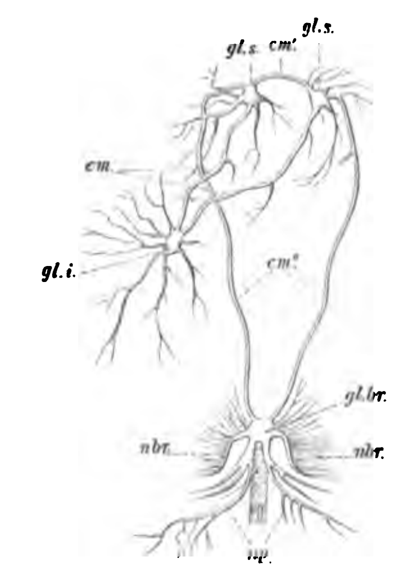



Fig. 579. Nervensystem von der Teichmuschel (*Anodonta*), halbschematisch. *gl.s* Obere Schlundganglien, durch eine über dem Schlunde liegende Quercommissur mit einander verbunden. Sie entsenden Zweige zum Mantel und zu den Tentakeln, und ausserdem eine Commissur (*cm*) zum untern Schlundganglion (Fussganglion) und eine (*cm''*) zum After- oder Kiemenganglion. *gl.i* Unteres Schlund- oder Fussganglion, welches besonders die Nerven für den Fuss liefert. *gl.br* After- oder Kiemenganglion. *nbr* Kiemennerven. *np* Nerv. zum hintern Theil des Mantels.

vorzugsweise den Fuss und das andere die Kiemen und Eingeweide mit Nerven versieht. Aus den Gehirnganglien werden besonders die Nerven für die Tentakeln, Lippen, Augen, Gehör- und Geschlechtsorgane abgegeben.

Bei den Lamellibranchiaten (Fig. 579) ist das obere Schlundganglion in zwei ganz zur Seite getretene Ganglien gesondert, die

durch eine Quercommissur mit einander verbunden sind, während das untere Schlundganglion unpaar bleibt und seine Lage im Fusse (daher Fussganglion) nimmt. Während dieses vorzüglich die Nerven für den Fuss abgibt, entsenden die obern Schlundganglien, ausser Zweigen zu den dem Munde nahe liegenden Körpertheilen, besonders noch je einen starken Mantelnerv, welcher mit dem der andern Seite in dem sog. Kiemen- oder Afterganglion zusammenläuft.

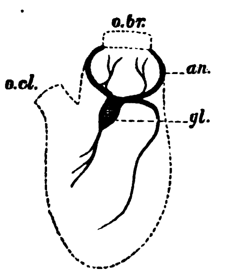


Fig. 580. Schema des Nervensystems von Ascidia. *o.br* Kiemenöffnung. *o.cl* Kloakenöffnung. *gl* Ganglion zwischen beiden. *an* Nervenschlinge (Schlundring), die Kiemenöffnung umgebend.

Bei den Tunicaten (Fig. 580) besteht das Centralorgan des Nervensystems aus einem, dem obern Schlundganglion zu vergleichenden Nervenknoten, welcher bei Ascidien zwischen Kiemen- und Kloakenöffnung seine Lage hat, um erstere eine Nervenschlinge legt, welche einen Schlundring darstellt, von welchem ebensowohl, als vom Ganglion die Nerven für den Körper abgegeben werden.

### 4. Nervensystem der Echinodermen.

Das Nervensystem dieser Thiere besitzt Eigenthümlichkeiten, wodurch es von dem anderer Wirbelloser nicht unwesentlich abweicht. Sie bestehen theils in der radiären Form, theils in dem (wenigstens äusserlichen) Mangel gangliöser Nervencentren sowohl der Schlundganglien als auch des gangliösen Bauchstranges.

Es besteht im Allgemeinen aus einem, den Eingang zur Verdauungshöhle umlagernden Nervenring und aus fünf radiär davon ausgehenden Nervenstämmen, welche in die fünf Körperstrahlen oder diesen gleichwerthige Körpertheile ausgehen (Fig. 581).

Der Nervenring hat eine fünfeckige Gestalt und besitzt keine Ganglien. Ebenso werden letztere auch an den von ihm ausgehenden radiären Nervenstämmen vermisst. Die mikroskopische Untersuchung weist indess in den letzteren Nervenzellen nach, welche die Nervenfasern umlagern, und nur desshalb äusserlich ihre Anwesenheit nicht verrathen, weil sie, statt durch Zusammenhäufung gangliöse Anschwellungen zu veranlassen, mehr gleichförmig die Faserelemente umgeben, — aber desshalb doch nicht weniger für die zu den Körpertheilen führenden Nervenbahnen Centralorgane abgeben, als wenn sie in der Form von Ganglien angelegt wären.

Diese radiären Nervenstämme können daher füglich dem Bauchganglienstrang der andern Wirbellosen verglichen werden. Den Nervenring dagegen fasst man verschieden auf, je nachdem man ihm den gleichen Besitz von Nervenzellen ab- oder zuspricht. Im ersteren Falle wird er

nur als ein System von Commissuren angesehen, durch welche die, gegen den Mund gerichteten Enden der Radialnervenstämme mit einander verbunden werden, — im letzteren dagegen als dem Schlundringe der übrigen Wirbellosen entsprechend betrachtet wird. Bei den Holothurien (Fig. 581) ist der Nervenring stärker, als die von ihm abgehenden Radialnerven. Daher man hier weniger Bedenken trägt, ihn dem sonstigen Schlundringe zu vergleichen und ihm die Bedeutung eines Centralorgans zu geben.

Bei den Sipunculiden ist die radiäre Form, welche das Nervensystem noch bei den Holothurien besass, in Wegfall gekommen. Von den fünf Radiärstämmen ist nur einer vorhanden, der wie der Bauchstrang anderer Wirbelloser sich verhält und an der ventralen Seite des Körpers liegt, aber, wie bei den Holothurien u. a. Echinodermen, ohne gangliöse Anschwellungen ist. Auch der Nervenring, welcher den Rüssel umlagert, entbehrt bei manchen (Priapulus, Bonellia u. a.) jeder gangliösen Anschwellung, während eine solche bei andern, namentlich bei Sipunculus, wo sie selbst in zwei Hälften getrennt ist, sich vorfindet. Sie entspricht dem obern Schlundganglion der Würmer und bildet dadurch zu der Anordnung des Nervensystems der Würmer, zu denen die Sipunculiden überhaupt eine grössere Verwandtschaft als zu den Echinodermen haben, den Uebergang.

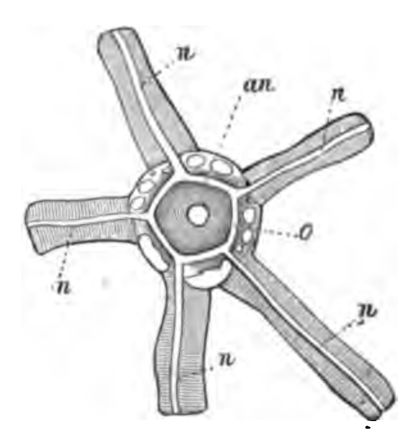



Fig. 581. Nervensystem von Holothuria tubulosa (nach Krohn). *o* Mund. *an* Nervenring (Schlundring). *n* Die 5 davon ausgehenden Nerven.

## 5. Coelenteraten.

Nur bei den Scheibenquallen und Ctenophoren haben sich bis jetzt Spuren eines Nervensystems nachweisen lassen. Bei ersteren stellt es ein am Scheibenrand liegender Ring mit in gleichmässigen Abständen von einander entfernten gangliösen Anschwellungen dar, deren Lagen den sog. Randkörperchen entsprechen. Ihre Nerven sollen an die Tentakeln und Radiärkanäle gehen. Bei den Rippenquallen sollen die Nervencentren einen oder zwei Nervenknoten darstellen, welche an dem, der Mundöffnung entgegengesetzten Körperende liegen und in strahliger Richtung Nervenfäden zu dem Magen und den Schwimmblättchenreihen senden.

## B. Sinnesorgane *(Organa sensuum)*.

### 1. Sehapparat.

Barkow, Disquisitiones neurologicae vrastislaviae 1836. -- Bendtz, in Müller's Archiv 1841. p. 196. — Bojanus, Anatome testudinis europaeae. Vilnae 1819—21. — Brücke, Ueb. d. leuchtenden Augen d. Wirbelthiere in Müller's Archiv. 1845. — C. G. Carus, Erläuterungstafeln z. vergl. Anatomie Hft. 9. — Catalogue of the comparative anatomy in Museum of the royal College of Surgeons in London. Vol. III. — Cuvier, Vorlesungen über vergl. Anatomie, Uebersetzung von Meckel. Bd. II. — Gurlt, Abbildungen der Anatomie dèr Haussäugethiere. Berlin 1829. — Hasenstein, De luce ex quorundam animalium oculo prodeunte atque de tapeto lucido. Jen 1836. — C. Hasse, Zur Anatomie von Amphioxus, im morphilischen Jahrbuch Bd. I. S. 282. — Huschke, Comm. de pectinis in oculo avium potestate. Jenae 1827 — Kessler, Zur Entw. des Auges der Wirbelthiere. Leipzig 1877. -- Krohn, Ueb d. Structur der Iris d. Vögel, in Müller's Archiv 1837. -- Leydig, Lehrb. d. Histologie Frankf. a. M. 1857. S. 229. — Massalien, Descriptio oculorum Scombri, Thynni et Sepiae. (Diss.) Berol. 1815. — W. Müller, Ueb. d. Stammesentwicklung d. Sehorgans der Wirbelthiere. Leipzig 1875. -- Owen, Comparative anatomy of Vertebrates. London 1868. Vol. I. pag. 331; Vol. II. pag. 136; Vol. III. pag. 246. -- Retzius, anatomische Untersuchungen von Python bivittatus, in Verhandl. d. Schwed. Academ. d Wissensch. z. Stockholm f. d. J. 1830; und in d. Isis 1832. S. 511. — Rosenthal, Zergliederung d. Fischauges, in Reil's Archiv f. Physiol. Bd. 10. — W. Saemmering, De oculorum sectione horizontali. Goettingen 1818. — Stannius, vergl. Anatomie d. Wirbelthiere. Berlin 1846 und (2. Aufl.) 1856. — Derselbe, in Müller's Archiv 1840. S. 322. — Treviranus, Beitr. z. Anat. u. Physiol. d. Sinnesorgane. Bremen 1828. Hft. 1. S. 83. — Derselbe, in dessen Beobachtungen aus d. Zootomie u. Physiologie S. 95. (Auge vom Chamaeleon.) R. Wagner, Icones zootom. Leipzig 1841.

Brandt u. Ratzeburg, med. Zool. Bd. II. -- V. Carus, Icones zootomicae. Leipzig. 1857. Dugès in Ann. d. sc. nat. T. 6. p. 175. — Dujardin, Mémoire sur les yeux simples ou stemates des animaux articulés, in Ann. d. sc. nat. 5e Sér. T. 7. pag. 104. -- Eimer, Zool. Studien, S. 72. (Sinneskörper, Auge, Hülfsapparat d. Hörorgans.) -- Gegenbaur, Ueb Ptéropoden u. Heteropoden. -- Gottsche, Beitr. z. Anat. d. Augen d. Krebse u. Fliegen. Müll. Archiv. 1852. -- Greef, Ueb. d. Bau d. Echinodermen, in den Sitzungsber. d Marb. Gesellsch. f. Naturw. 1871. No. 8. S. 1. — Derselbe, Ueber d. Augen. d. Alciopiden im Sitzungsber. d. Marburg. Gesellschaft f. Naturw. 1875. No. 10. -- Grube. Ueb. d. Augen der Muscheln, in Müller's Archiv. 1840. -- Haeckel, Ueb. d. Augen etc der Seesterne, in Zeitschr. f. w. Zool. 1859. — Kölliker, Bericht üb. vergl. anat Untersuchungen in Messina in Zeitschr. f. r. Zool. Bd. 4. S. 316. — Krohn, Beitr z Kenntniss des Schneckenauges, — Müller's Archiv. 1839. S. 323. — Derselbe, Ueber augenähnliche Organe bei Pecten u. Spondylus, in Müller's Archiv. 1840. — Derselbe Ueber d. Auge von Alciope, in Wiegmann's Archiv f. Naturgeschichte 1845. Bd. 9. S 179. — W. Lange, Beitr. z. Anatomie etc. der Asterien u. Ophiuren, — morph. Jahr Bd. II. — Lemoine, Sur le système nerv. etc. de l'Écrevisse, in annal. d. sc. n. 5e Sér. T. 9. pag. 185. — Leydig, Lehrb. d. Histologie, S. 249. — Derselbe, Ueber feineren Bau d. Arthropoden in Müller's Archiv. 1855. — Derselbe, Augen u. neue Sinnesorgane der Egel, Archiv f. Anat. u. Physiol. 1861. — Derselbe, Tafeln z. vergl. Anatomie. Tübingen 1864. Hft. I. — Leuckart, Zoolog. Untersuchungen. — Leuckart u. Pagenstecher, Untersuchungen üb. nied. Seethiere, in Müller's Archiv. 1858 — Massalien, Descriptio oculorum Scombri, Thynni et Sepiae. (Dissert.) Berol. 1815 Meissner, Ueber Vermis albicans etc. in Zeitschrift f. w. Z. Bd. — J. Müller, Ueb. d. Bau der Augen, d. Insecten und Crust., in Meckel's Archiv 1829, — Taf. 3—8 — Derselbe, Zur vergl. Physiol. d. Gesichtssinnes. -- Derselbe, in Isis 1829. S. 54 Fig. 6. 7. — Derselbe, Bau der Augen bei Argulus foliaceus, in Tiedemann's Zeitschr. Bd. IV. S. 97. Taf. 6. -- H. Müller, (Ueb. d. Cephalopodenauge) in Zeitschr f. w. Zool. 1853. — Quatrefages, in Ann. d. sc. nat. 3me Sér. T. 13, pag. 34. 2. — v. Siebold, Vergl. Anatomie der wirbellosen Thiere. Berlin 1848. — W

Beiträge z. Anatomie d. zusammengesetzten Augen. Leipzig 1840. — Derselbe, Ueb. d. Augen der Bivalven u. Ascidien, in Froriep's neuen Notizen. 1844. Nr. 622 u. 623. — Zenker, Studien über d. Krebsthiere, im Archiv f. Naturgesch. 1854.

### 1. Sehapparat der Wirbelthiere.

#### a) *Optischer Theil des Sehapparates.*

##### aa) Augapfel (*Bulbus oculi*).

Die wesentlichsten Theile des Auges bestehen aus 1) dem lichtempfindenden, 2) dem lichtbrechenden Apparat und 3) aus Häuten, welche die beiden vorhergehenden stützend oder schützend umschliessen. Den lichtempfindenden Apparat bildet die Nervenhaut (*Retina s. Nervea*), welche aus der membranösen Entfaltung des Sehnerven (*N. opticus*) hervorgeht und eine nach vorn offene zarthautige Hohlkugel darstellt, durch deren offenen Theil das Licht zugeführt wird. In diese Zugangsöffnung ist der lichtbrechende Körper, die Krystalllinse (*Lens crystallina*) mit ihrer Kapsel (*Capsula lentis*) eingelegt, durch welche die Lichtstrahlen so zusammengebrochen werden, dass der Brennpunkt derselben auf die Retina fällt. Um diese zarthäutige Hohlkugel zu stützen, sie ausgespannt zu halten und die Lage der in ihrer vordern Zugangsöffnung liegenden Linse zu unterstützen und zu befestigen, ist der zwischen letzterer und ersterer übrig gebliebene Hohlraum von einer glashellen, gallertigen Stützsubstanz, dem sog. Glaskörper (*Corpus vitreum*) erfüllt. Um theils zu veranlassen, dass die Lichtstrahlen zur Erregung der Nervenhaut nur von vorn, durch die Eingangsöffnung der Hohlkugel, in's Auge gelangen und nach dem Durchgang durch die Retina nicht wieder reflectirt, sondern absorbirt werden, — theils um das Eindringen der Lichtstrahlen auf anderem Wege, als auf dem, der durch die Linse führt, zu verhindern, — ist diese nervöse Hohlkugel von einer zweiten, ebenfalls nach vorn offenen häutigen Hohlkugel, der Gefässhaut (*Chorioïdea*) umschlossen, deren Innenfläche mit einer Lage schwarzen Pigments derart belegt ist, dass sie für Lichtstrahlen undurchdringlich ist, mögen solche aussen oder innen sie treffen.

Um die Quantität des durch die Linse zur Nervenhaut gelangenden Lichtes der Intensität desselben anzupassen, damit bei grosser Intensität die Quantität vermindert und umgekehrt bei schwachem Licht letztere vermehrt werden könne, ist vor die Linse ein Moderationsapparat angelegt, welcher in der, eine runde, von einem Loche — Sehloch, Pupille — durchbrochene Scheibe darstellenden Regenbogenhaut (*Iris*) besteht, die mit einer Musculatur der Art ausgerüstet ist, dass je nach der Intensität des Lichtreizes die Pupille verengt oder erweitert wird. Auch ist sie an ihrer hinteren Fläche mit einer Lage schwarzen Pigments so belegt, dass

sie für Licht ganz undurchgänglich ist, — und dieses nur durch die Pupille in's Innere des Auges gelangen kann.

Insoweit durch das Auge das Sehen äuserer Gegenstände ermöglicht werden soll, besitzt es bis dahin die wesentlichsten dazu erforderlichen Einrichtungen. Aber ein Organ, das von so zarten weichen Gebilden zusammengesetzt ist, wie der Augapfel bis jetzt darstellen würde, wäre doch zu sehr den schädlichen Folgen noch ausgesetzt, welche auch die geringsten mechanischen Einwirkungen auf dasselbe haben würden; wäre auch nicht fähig, einen Zug zu ertragen, wie ihn Muskeln ausüben müssen, durch welche der Augapfel in seiner Stellung zu den äusseren Objecten verändert werden soll. Daher ist nun das Ganze noch in eine aus Bindesubstanz bestehende derbe kugelige Kapsel eingelegt, welche die zarten übrigen Theile schützend umschliesst und den Muskeln geeignete Angriffspunkte gewährt. Damit indess der Weg, den die Lichtstrahlen in's Innere des Auges zu nehmen haben, durch diese Kapsel nicht versperrt werde, hat das vor der Iris und Linse liegende Segment derselben, durch Abänderung seiner histologischen (und chemischen) Beschaffenheit, eine glashelle Durchsichtigkeit erhalten, so dass die Kapsel dadurch in einen hintern grösseren, undurchsichtigen und vordern kleineren, durchsichtigen Abschnitt sich scheidet, von welchen ersterer die weisse oder Faserhaut (*Scelotica*) und der letztere die durchsichtige oder Hornhaut (*Cornea*) heisst. Jene, für sich betrachtet, stellt, wie die Chorioïdea und Retina, auch eine nach vorn offene Hohlkugel dar, in deren Oeffnung die Hornhaut, gleichsam wie ein uhrglasförmiges Fenster, eingefügt erscheint (Fig. 582). Die Hornhaut wölbt sich auch wie ein Uhrglas über die Iris weg, so dass zwischen ihrer hinteren Fläche und letzterer ein mehr oder weniger ansehnlicher Raum verbleibt, der mit der sogenannten wässerigen Flüssigkeit (*Humor aqueus*) erfüllt ist und die vordere Augenkammer darstellt gegenüber dem sehr viel kleineren Raum zwischen der Iris und der Linse, der als die hintere Augenkammer bezeichnet zu werden pflegt. Die das hintere, grössere Segment des Augapfels umschliessende Scelotica liegt indess genau an der, nach innen von ihr befindlichen Chorioïdea an, so dass kein Zwischenraum zwischen beiden gelassen bleibt. Beide haften aber nur lose an einander, so dass sie leicht von einander sich lösen lassen. Nur am vordersten Ende sind sie durch Muskel- und Bindegewebe (*Lig. ciliare*, *Musc. ciliaris*) fest und unverschiebbar mit einander verwachsen. Eine gleichfeste Verbindung geht auch das vordere Ende der

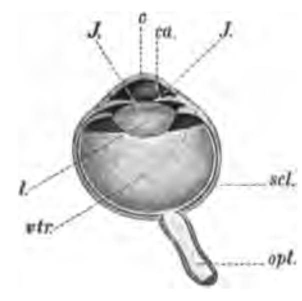



**Fig. 582.** Durchschnitt des Auges eines Affen (*Simia Inuus*). *opt* Sehnerv (*N. opt.*). *scl* Sclerotica. *c* Cornea. *ca* Vordere Augenkammer. *J* Iris. *J'* Pupille. *l* Krystalllinse (*Lens*). *vtr* Glaskörper (*Corp. vitreum*).

Chorioïdea mit dem der Retina und diese mit dem vordern Theil der äussern Begrenzungshaut des Glaskörpers (*Hyaloïdea*) ein. Nur ist das Vereinigungsmittel hier ein anderes und der Zartheit der zu verbindenden Theile angepassteres, als dort. Anstatt durch faseriges Gewebe werden durch Faltenbildungen und durch inniges Ineinandergreifen dieser Falten die vordern Enden dieser zarten Häute fest mit einander vereinigt. Die Faltenbildung an der Innenfläche des vordern Endes der Chorioïdea stellt den Ciliarkörper (*Corpus ciliare*) und die einzelnen Falten desselben die Ciliarfortsätze (*Processus ciliares*) dar. Während nun aber diese Ciliarfortsätze keine wirkliche Falten, sondern gefässreiche leistenförmige Erhebungen der Innenfläche der Chorioïdea sind, ist das vordere verdünnte Ende der Retina, weil diese der Innenfläche jener überall genau anliegt und folgt, in Wirklichkeit gefaltet (*Pars ciliaris retinae*) und als Folge dieser Faltung der Retina ist die Faltung des vordern verdickten Endes der Hyaloïdea (*Pars ciliaris hyaloïdeae s. Zonula Zinnii*) zu betrachten. Wenn man die Chorioïdea mit dem Corpus ciliare von der Retina abgelöst sich denkt, so bleiben die gefalteten vordern Enden der Retina und Hyaloïdea mit einander in inniger Vereinigung zurück und stellen jenen zierlichen Faltenkreis dar, auf dem das Pigment des entfernten Corpus ciliare zum Theil noch sitzen geblieben ist und das darstellt, was man als Zonula ciliaris zu bezeichnen pflegt. Wenn man dagegen, wie Zinn u. A., annimmt, dass die Retina schon am Anfang des Corpus ciliare (*Ora serrata*) ende, dann besteht diese Zonula nur aus der Faltung des vordern verdickten und faserig zerfallenen Endes der Hyaloïdea mit dem darauf sitzen gebliebenen Pigment des Corpus ciliare und stellt die Zonula Zinnii dar.

Bei den verschiedenen Wirbelthieren erfahren die Einrichtungen des Auges, welche in der vorausgehenden Darstellung mehr auf die Verhältnisse des Menschen berechnet sind, mancherlei Modificationen, je nach der Abänderung in den Leistungen, denen sich die betreffenden Theile anpassen müssen.

So beeinflusst schon die Grösse des Gesichtskreises und die Entfernung des Gesichtsobjectes die Grösse des Augapfels. Daher Wirbelthiere, die im Wasser, in der Erde, im Sand oder Schlamm sich aufhalten, deren Gesichtsobjecte in der Nähe sich befinden, im Allgemeinen kleinere Augen haben, als solche, deren Gesichtskreis ein ausgedehnterer, für den die Gegenstände entfernter stehen. Bei solchen endlich, bei welchen mehr nur die Unterscheidung von Licht und Dunkel, als die Wahrnehmung von einzelnen Gesichtsobjecten erfolgt, kann das Auge selbst mehr oder weniger rudimentär werden. Kleiner ist daher im Allgemeinen das Auge bei Wasserthieren, als bei Luftthieren, obschon bei ersteren auch Fälle von umfangreichen

Augen, wie unter den Fischen, bei Priacanthus u. a. vorkommen. Ebenso ist es auch kleiner bei solchen, die auf der Erde kriechen, als bei denen, welche auf Höhen sich aufhalten oder in der Luft fliegen. Aber ganz besonders klein und selbst rudimentär findet man die Augen z. B. bei den in der Erde wühlenden Maulwürfen (Talpa, Chrysochlorys), bei im Schlamm sich aufhaltenden Fischen, wie bei manchen Silurusarten (*Silurus coecutiens*), einigen Aalen, z. B. Opterichthys coeca, ganz besonders aber bei den parasitischen Myxinoïden. Ja bei den Amphioxinen kommt sogar der Augapfel ganz in Wegfall und besteht das Auge nur noch aus einem Pigmentfleck, unter den ein Nerv des vordern Theils des Rückenmarkes ausläuft.

Die Cornea zeigt bezüglich ihrer relativen Grösse viele Verschiedenheiten. Bei Thieren mit ausgedehnterem Gesichtskreise ist sie grösser, als im entgegengesetzten Falle, wo sie klein ist. Ganz besonders aber ist ihre Wölbung verschieden, was von dem Antheil abhängt, den sie mit dem Humor aqueus an der Lichtbrechung nimmt. Denn bei ihrer uhrglasförmigen Gestalt bildet sie mit der hinter ihr befindlichen wässerigen Flüssigkeit gleichsam eine planconvexe Linse, welche auf die Lichtstrahlen gleichfalls brechend einzuwirken vermag. Ihre Wölbung ist um so grösser, je grösser ihr Antheil an der Lichtbrechung ist, und diese muss um so stärker sein, je entfernter die Gesichtsobjekte liegen. Daher bei den Vögeln ihre Wölbung stärker ist, als bei andern Wirbelthieren (Säugethieren und Amphibien). Ganz besonders stark ist ihre Wölbung bei Raubvögeln, bei welchen der sie tragende vordere Theil des Bulbus gleichsam cylindrisch sich nach vorn verlängert (Fig. 583). Da indess ihre lichtbrechende Kraft nur der des

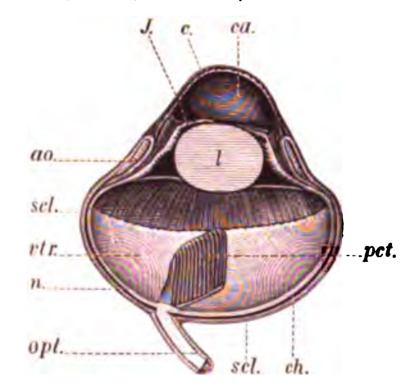



**Fig. 583.** Durchschnitt des Auges von Falco buteo. Bezeichnung, wie bisher. *ao* Knochenring (*Annulus oss. scleroticae*). *pct* der Kamm im Vogelauge (*Pecten*).

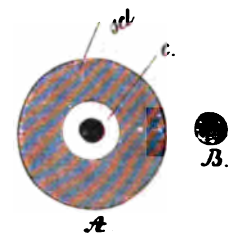



**Fig. 584.** Augapfel von Testudo midas von vorn (*A*). *scl* Sclerotica. *c* Cornea mit dahinter liegender Iris und Pupille. *B* Die kugelige Linse desselben.

Wassers gleichkommt, so konnte sie bei Wasserthieren keine Verwerthung finden. Daher diese eine abgeflachte oder selbst ganz plane Cornea haben. So haben desshalb alle Fische (Fig. 584 *A*) eine plane Cornea. In gleicher

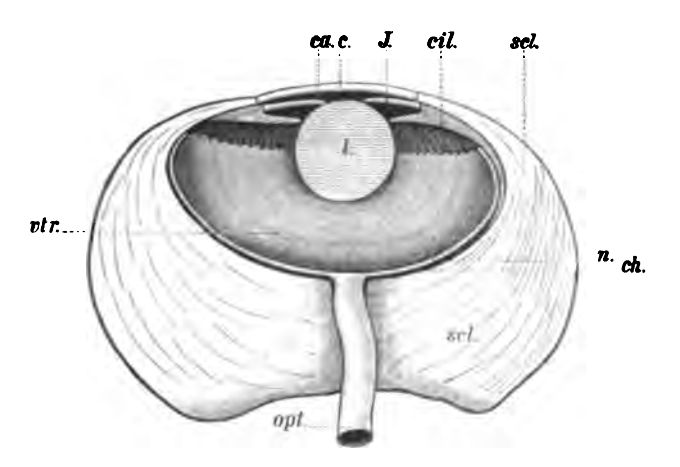



**Fig. 585.** Durchschnitt des Auges von Balaena. *opt* Sehnerv (*N. opt.*). *n* Nervenhaut (*Tun. nervea*). *ch* Chorioidea. *J* Iris. *cil* Corp. ciliare. *l* Krystalllinse (*Lens crystall.*). *ca* Vordere Augenkammer (*Cam. oculi ant.*). *c* Hornhaut (*Cornea*). *scl* Sclerotica. *vtr* Glaskörper (*Corp. vitr.*).

Weise verhält sie sich auch bei den im Wasser lebenden Amphibien, wie z. B. bei den Seeschildkröten (Fig. 584 B) und den auf denselben Aufenthalt angewiesenen Cetaceen (Fig. 585). Auch bei solchen Thieren, die nicht dauernd unter dem Wasser sind, aber ihre Nahrung oder Beute in demselben suchen, wie bei Schwimm- und Tauchervögeln (Fig. 586) und bei den Robben (Fig. 587) ist die Hornhaut bedeutend flacher, als bei andern ausschliesslichen Luftthieren.

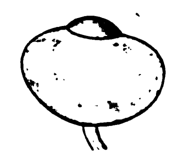


**Fig. 586.** Augapfel von Larus tridactylus von der Seite.

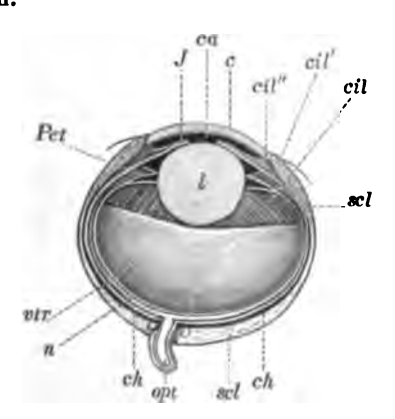



**Fig. 587.** Durchschnitt des Auges einer Robbe (*Phoca*). *opt* Sehnerv (*N. opt.*). *scl* Sclerotica. *c* Cornea. *ch* Chorioidea. *cil* Corpus ciliare. *cil'* Processus ciliar. *cil''* Musc. ciliaris. *J* Iris. *ca* Vordere Augenkammer (*Cam. oculi ant.*), Pupille. *l* Linse (*Lens crystall.*). *vtr* Glaskörper (*Corp. vitreum*). *Pet* Canalis Petiti. *n* Nervenhaut (*Nervea*).

Welchen Antheil die Wölbung der Hornhaut an der Lichtbrechung nimmt, erkennt man auch daran, dass in all diesen Fällen, wo wegen des Aufenthaltes im Wasser ihre lichtbrechende Wirkung in Wegfall kommt, zum Ersatze dieses Verlustes die Wölbung der Krystalllinse vermehrt wird, indem diese, statt ihrer gewöhnlichen biconvexen

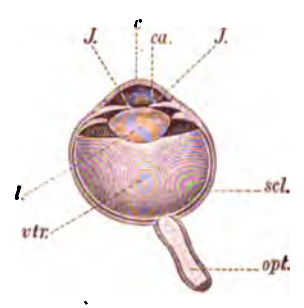



**Fig. 588.** Durchschnitt des Auges eines Affen (*Simia Inuus*). *opt* Sehnerv (*N. opt.*). *scl* Sclerotica. *c* Cornea. *ca* Vordere Augenkammer. *J* Iris. *J'* Pupille. *l* Krystalllinse (*Lens*). *vtr* Glaskörper (*Corp. vitreum*).

Form (Fig. 588) mehr oder weniger reine Kugelgestalt erhält (Fig. 587; Fig. 589 u. 590).

Die Sclerotica ist hinten an der Eintrittsstelle des Sehnerven jeweils am dicksten, während nach vorn sie sich verdünnt (Fig. 587) und nur dadurch am vordern Ende wieder etwas an Dicke gewinnt, dass sie die Sehnen der Augenmuskeln aufnimmt. Von ganz ausserordentlicher Dicke ist sie bei den Cetaceen (Fig. 585). Wo an ihre Stützfunktion besondere Anforderungen gemacht werden, da kann sie theilweise knorpelig oder knöchern sein oder auch ganz aus Knorpel oder Knochen bestehen. So pflegt sie bei Vögeln (Fig. 591) in eine äussere

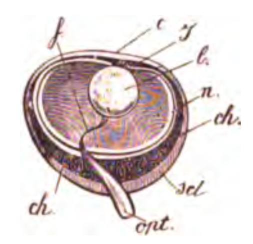



**Fig. 589.** Durchschnitt des Auges von Trigla cuculus. *opt* Nerv. opticus. *scl* Sclerotica. *c* Cornea. *J* Iris. *ch* Chorioïdea. *ch'* Chorioïdaldrüse. *n* Nervenhaut (*Nervea*). *l* Linse (*Lens*). *f* Processus falciformis.

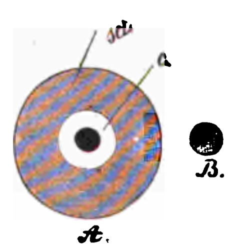



**Fig. 590.** Augapfel von Testudo midas von vorn (*A*). *scl* Sclerotica. *c* Cornea mit dahinter liegender Iris und Pupille. *B* Die kugelige Linse desselben.

Faser- und innere Knorpellage zu zerfallen und in ihrem vordern Theile selbst noch einen Kranz von Knochenschüppchen (*Annulus osseus*) einzuschliessen (Fig. 592), welcher namentlich bei Raubvögeln zur Stütze der cylindrisch nach vorn verlängerten Gestalt des Auges stark ausgebildet ist.

Auch bei beschuppten Amphibien, namentlich bei Cheloniern und vielen Sauriern finden sich ähnliche Anordnungen vor, indem die Sclerotica eine innere Knorpellage besitzt, oder selbst ganz aus Knorpel besteht und vorn einen Ring von Knochenschüppchen trägt. Auch bei manchen Fischen ist sie knorpelig und von ansehnlicher Dicke (Fig. 593) oder aus Knochenplättchen gebildet, die bei grossen Fischen (Xiphias, Scomber u. a.) selbst zu einer knöchernen Kapsel oder Hohlkugel verschmolzen sein können.

Die Chorioïdea erleidet verschiedene Abänderungen in der Reihe der Wirbelthiere. So ist der Ciliarkörper bei Fischen, besonders Selachiern und Stören weniger entwickelt, als bei den höheren Wirbelthieren, oder kann selbst, wie bei den meisten Knochenfischen, ganz fehlen.

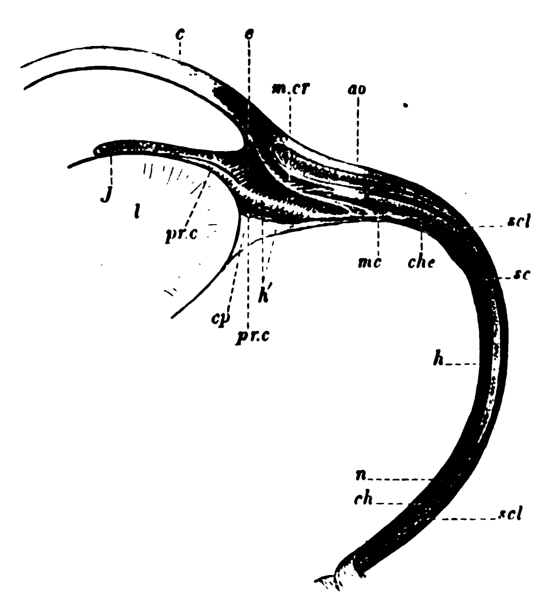



Fig. 591. Horizontaldurchschnitt des Ciliartheils vom Auge des Falco buteo (nach A. Ecker). c Cornea. scl Sclerotica. sc innere Knorpelschichte derselben. ao Knochenring. J Iris. ch Chorioïdea. che Lig. elasticum chorioïdeae. mc Musculus ciliaris. pr.c Processus ciliaris. e Elastisches Gewebe, von der innern Fläche der Cornea zum Corpus ciliare gespannt. n Nervenhaut (*Retina*). h Hyaloïdea. cp Canalis Petiti. l Linse.

Eine bemerkenswerthe Abänderung zeigt die Innenfläche der Chorioïdea und ihre Pigmentlage. Sie stellt das im Augengrunde vieler Wirbelthiere vorkommende sog. Tapetum dar, welches ein glänzender verschieden grosser Bezirk der Innenfläche der Chorioïdea ist, der durch Reflexion des von vorn eingefallenen Lichtes das Leuchten der Augen im Dunkeln bewirkt. Es ist durch Mangel des Pigments und eine bindegewebige Faserlage meistens veranlasst. Es findet sich besonders bei solchen Thieren vor, welche, wie Wiederkäuer, Einhufer, Carnivoren u. a. auch bei Nacht ihre Nahrung suchen müssen. Durch Reflexion der durch die Retina gegangenen Lichtstrahlen wird letztere durch diese noch einmal erregt, so dass dieselbe Wirkung erreicht wird, als wenn eine noch einmal so grosse Lichtquantität oder

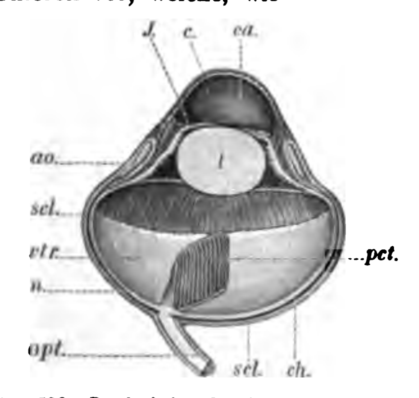



Fig. 592. Durchschnitt des Auges von Falco buteo. Bezeichnung, wie bisher. ao Knochenring (*Annulus oss. scleroticae*). pct der Kamm im Vogelauge (*Pecten*).

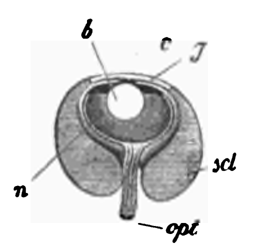
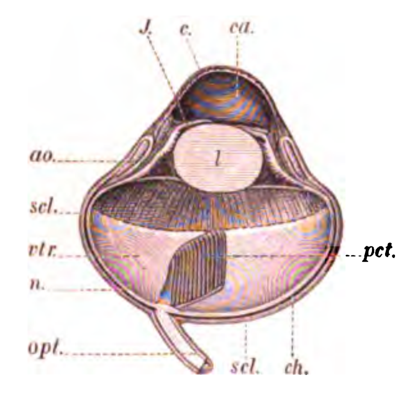
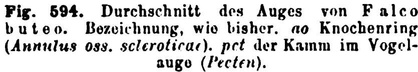



Fig. 593. Durchschnitt des Auges von Acipenser Sturio. opt Nervus opticus. c Cornea. scl Knorpelige Sclerotica. J Iris. b Linse. n Nervenhaut.

ein noch einmal so intensives Licht eingeführt worden wäre. Bei einer Lichtintensität, bei welcher der Mensch und die des Tapetum entbehrenden Wirbelthiere nicht mehr äussere Gegenstände unterscheiden können, vermögen Thiere, die sich des Besitzes eines solchen erfreuen dürfen, sehr wohl noch Objekte zu erkennen. Unter den Vögeln kommt das Tapetum nur bei den Straussen vor; dagegen ist es verbreiteter bei den Fischen, namentlich den Selachiern, wo indess sein Silberglanz durch nadelförmige Krystalle veranlasst wird, die in Zellen des Tapetums abgelagert sind.

Bei den Vögeln erhebt sich an der Innenfläche der Chorioïdea neben und nach aussen von dem Uebergang des Sehnerven in die Retina ein kammartiger, gefässreicher und mit Pigment belegter, faltiger, fächerartiger Fortsatz, der sogenannte Kamm (*Pecten*) (Fig. 594 *pct*), welcher, gegenüber der Einwirkung des directen Sonnenlichtes, der Retina als beschattender Schirm zu dienen scheint. Bei den Nachtvögeln ist er kleiner und bei Apteryx, welcher eine ganz nächtliche Lebensweise führt, fehlt er ganz.





**Fig. 594.** Durchschnitt des Auges von Falco buteo. Bezeichnung, wie bisher. *ao* Knochenring (*Annulus oss. scleroticae*). *pct* der Kamm im Vogelauge (*Pecten*).

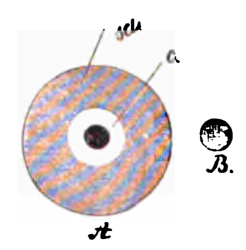



**Fig. 595.** Augapfel von Testudo mida: von vorn (*A*). *scl* Sclerotica. *c* Cornea mit dahinter liegender Iris und Pupille. *B* Die kugelige Linse desselben.

Eine verwandte Bildung stellt der sichelförmige Fortsatz *(Processus falciformis)* vieler Amphibien, namentlich Saurier und vieler Fische (Fig. 595) dar. Derselbe besteht aus einer Arterie, Vene, einem Nerven und einer scheidartig das Ganze umgebenden Membran, welche eine Fortsetzung der Chorioïdea ist (Leydig). Durch den Glaskörper gegen die hintere Fläche der Linsenkapsel ziehend, schwillt er bei manchen Fischen unter Aufnahme von glatten Muskelfasern vor seiner Befestigung an letztere etwas kolbig an und bildet damit die sog. Campanula Halleri.

Die Aussenseite der Chorioïdea trägt auch noch jene Muskellage, welche sonst Ligamentum ciliare, oder Orbiculus ciliaris genannt wird und den Musc. ciliaris darstellt.

Als bemerkenswerthe Bildung des Auges vieler Knochenfische ist

das Vorkommen eines der Chorioïdea äusserlich anliegenden amphicentrischen Wundernetzes hervorzuheben, welches die sog. Chorioïdealdrüse darstellt (Fig. 595).

Die Musculatur der Iris, unter deren Einfluss die Veränderung der Weite der Pupille steht, besteht im Allgemeinen aus unwillkürlichen glatten Muskelfasern. Nur bei den Vögeln und beschuppten Amphibien sind es quergestreifte Fasern. Die Pupille ist, wenn auch bei den meisten, so doch nicht bei allen Wirbelthieren von runder Gestalt; bei manchen stellt sie eine ovale, spaltförmige Oeffnung dar, welche bei Wiederkäuern, Einhufern, Batrachiern quer, bei carnivoren Sängethieren, Crocodilen und Ophidiern eine senkrechte Stellung hat u. bei Plagiostomen bald in querer, bald senkrechter Stellung angetroffen wird. Eine doppelte Pupille kommt nur bei Anableps tetrophthalmus vor (Fig. 596), wo indess die Duplicität häufig nur dadurch veranlasst wird, dass über die Cornea, hinter welcher eine einfache Pupille stehen kann, ein undurchsichtiger Streifen der Cutis hinweg sich spannt, welcher jene in zwei Abtheilungen scheidet, die wie eine dopp. Pupille sich ausnehmen.




Fig. 596. Kopf von Anableps tetrophthalmus. *pd* doppelte Pupille (*Pupilla duplex*).

Die Nervenhaut (*Retina*), die membranöse Ausbreitung des Sehnerven besteht in der Richtung von innen nach aussen aus einer Anzahl von Schichten scheinbar differenter Formelemente, die aber doch alle unter einander zusammenhängen und als Endgebilde der Fasern des N. opt. sich darstellen. Die letzteren liegen zu innerst, von dem Glaskörper nur durch eine homogene Grenzmembran geschieden. Sie stehen zunächst mit Nervenzellen in Verbindung, welche eine der Nervenfaserschichte sich anschliessende, weiterfolgende Lage darstellen. Feine Ausläufer dieser Nervenzellen gehen dann in der Richtung nach aussen wiederholt in kleinere zellige Gebilde über, deren Ausläufer schliesslich mit den sog. Stäbchen (*Bacilli*) und Zapfen (*Coni*) enden. Während die kleinen Zellen die sog. Körnerschichten bilden, erzeugen die Endtheile, die Stäbchen u. Zapfen, die äussere sog. Stäbchenschichte, die unmittelbar an die Pigmentlage der Chorioïdea angrenzt. Alle diese Theile stellen nervöse Endgebilde der Sehnervenfasern dar, die durchsetzt und getragen werden von einem stützenden Fasergerüst, mit welchem jene die Retina gemeinsam zusammensetzen.

An der Stelle, wo der Brennpunkt der durch die lichtbrechenden Medien zusammengebrochenen Lichtstrahlen die Nervenhaut trifft, und welche

etwas nach aussen von der sog. **Papilla nervi optici**, d. h. dem Uebergang des Sehnerven in die Retina liegt, zeigt sich letztere gelblich gefärbt, was den sog. **gelben Fleck** (*Macula lutea*) darstellt, der indess nur beim Menschen und zum Theil auch bei Affen, nicht aber bei andern Wirbelthieren sich vorfindet. Da er auch bei Neugeborenen noch nicht sich findet, so scheint die Annahme Berechtigung zu haben, dass er die Folge der durch den aufrechten Gang besonders begünstigten direkten Einwirkung des Sonnenlichtes auf die Retina sei.

### b) *Hülfsorgane des Auges der Wirbelthiere.*

Diese bestehen 1) aus dem **Muskelapparat des Augapfels**, 2) aus den **Augenlidern** zum Schutze des Auges und 3) dem **Thränenapparat**, zur Anfeuchtung der Berührungsflächen des Auges und der Augenlider dienend und dadurch die Bewegung dieser erleichternd.

#### aa) Muskeln des Augapfels.

Mit Ausnahme derjenigen Fälle, wo das Auge, wie unter den **Säugethieren** bei Talpa cœca, Scalops, Chrysochloris, welche in der Erde leben, und bei den mehr parasitisch lebenden **Myxinoiden**, wo das Auge sehr rudimentär ist und demgemäss auch der zu seiner Bewegung dienende Muskelapparat verkümmert ist — oder selbst wie bei **Amphioxus** gänzlich fehlt —, besteht der **Muskelapparat des Augapfels** aus den auch beim Menschen vorhandenen 6 Augenmuskeln, nämlich aus 4 **graden** (*Mi. recti*) und 2 **schrägen** (*Mi. obliqui*).

Bei allen **Fischen** finden sich die 6 Augenmuskeln vor (Fig. 597). Die 4 graden entspringen aus dem hintern Theil der Augenhöhle und sind bei manchen Knochenfischen selbst in einen Canal der Basis cranii eingelegt. Bei den **Plagiostomen** steht der Augapfel auf einem Knorpelstiel, auf welchem er durch 4 grade und 2 schräge Muskeln bewegt wird.

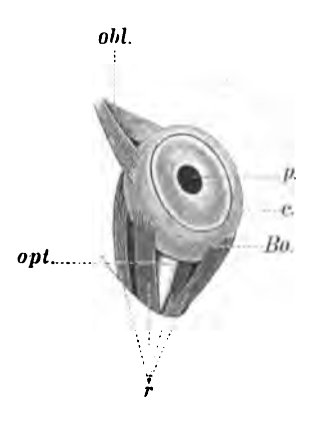



**Fig. 597.** Augapfelmuskeln vom Hecht (*Esox lucius*). *Bo* Augapfel (*Bulbus oculi*). *c* Die flache Cornea mit der Iris dahinter. *p* Pupille. *opt* Nerv. opticus. *r* Grade Augenmuskeln (*Musculi recti*). *obl* Musculi obliqui.

Bei den **Amphibien, Vögeln** und **Säugethieren** finden sich gleichfalls diese 6 Augenmuskeln vor, nur haben unter den beschuppten Amphibien die **Chelonier** und **Saurier** und unter den nackten Amphibien die **Frösche**, und dann **sämmtliche Säugethiere**, mit Ausnahme der Affen, noch einen **siebenten** Muskel — den **Musculus retractor s. suspensorius bulbi** (Fig. 598).

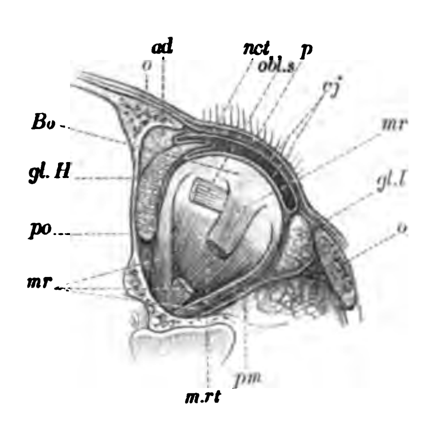



**Fig. 598.** Muskeln des Augapfels, Thränendrüsen und Nickhaut vom jungen Pferd (*Equus cab.*). *Bo* Augapfel. *mr* Musculi recti. *obl.s* Musc. obliquus oculi superior. *m.rt* Musculus retractor bulbi. *o* Innerer und äusserer knöcherner Augenhöhlenrand. *po* Innere knöcherne Augenhöhlenwand. *pm* Aeussere (*temporale*) häutige Wand der Orbita. *p* Oberes Augenlid im horizontalen Durchschnitt. *cj* Conjunctivalsack. *nct* Nickhaut im Durchschnitt. *gl.H* Harder'sche Drüse. *ad* Fett. *gl.l* Thränendrüse.

welcher von trichterförmiger Gestalt den Sehnerven und hintern Theil des Augapfels umfasst und letzteren tiefer in die Augenhöhle zurückzuziehen bestimmt ist. Bei manchen Thieren, namentlich Carnivoren ist er vierspaltig und stellt dann eine Wiederholung der vier Recti dar. Beim Frosch ist er gleichsam nur eine Verstärkung oder ein besonderes Bündel des M. rect. externus.

Mit der Anwesenheit dieses M. retractor bulbi steht auch der Mangel der Schläfenwand der Augenhöhle bei diesen Thieren und der Ersatz derselben durch eine elastische Haut in Beziehung (Fig. 598 *pm*). Daher bei den Affen, denen, wie dem Menschen, dieser Muskel abgeht, die Augenhöhle, gleich wie bei diesem, auch nach der Schläfenseite wieder geschlossen ist und eine knöcherne Wand, statt einer häutigen, hat.

bb) Augenlider (*Palpebrae*).

Sie lagern sich schützend vor das Auge und stellen Duplicaturen einer blindsackartigen Einstülpung der äussern Haut dar, deren blinder Grund die vordere Fläche des Augapfels überzieht. Da hiedurch letzterer mit den Augenlidern verbunden wird, hat man diese häutige Einstülpung Bindehaut (*Conjunctiva*), auch Bindhautsack genannt, woran man den, die innere Platte der Augenlider bildenden Theil als Conjunctiva palpebrarum unterschied, gegenüber dem das Auge vorn bekleidenden Theil, den man Conjunctiva bulbi nannte.

Die Ausbildung und Zahl der Augenlider ist bei den Wirbelthieren sehr ungleich. Die meisten haben, wie der Mensch, zwei Augenlider; bei manchen finden sich drei vor, und wieder andere besitzen gar keine.

Letzterer Fall, der Mangel der Augenlider, findet sich bei den Fischen, bei welchen die Cutis um das Auge nur eine niedrige, unbewegliche ringförmige Falte bildet. Etwas stärker vorspringende Falten, die schon mehr so gelagert sind, dass man sie als Andeutung von einem obern und untern Augenlid ansehen kann, treten bei den Selachiern auf.

Bei Anableps tetrophthalmus (Fig. 596) zieht die Cutis in Form eines

schmalen Streifens so über das Auge, dass dadurch die Cornea in zwei Abtheilungen geschieden wird und daher der Schein eines Doppelauges veranlasst wird.

Unter den nackten Amphibien haben alle Perennibranchiaten und von den Batrachiern Pipa, und von den beschuppten Amphibien die Ophidier und manche Saurier, wie Gecko, keine Augenlider. Hier geht entweder die Cutis verdünnt, ohne Faltenbildung und ohne Einstülpung über die Vorderfläche des Auges hinweg, oder, wie bei den Geckonen und Ophidiern, hatte sich ursprünglich durch Einstülpung ein Conjunctivalsack gebildet, aber seine Verbindung nach aussen — die Augenlidspalte — wieder geschlossen, so dass es den Schein gewann, als ob die Cutis mit der Epidermis, ohne Bildung einer Einstülpung, ohne Duplicaturbildung, über das Auge sich wegziehe. Daher kommt es, dass hinter der ununterbrochen über das Auge wegziehenden Cutis dennoch ein Conjunctivalsack sich befindet, in den die Thränen ergossen und durch einen Thränengang nach der Nasenhöhle abgeführt werden.

Alle übrigen Wirbelthiere haben nun wenigstens 2 bewegliche Augenlider, ein oberes und ein unteres, die durch besondere Muskeln bewegt werden können. Das obere wird durch einen Levator palpebrae sup. gehoben, das untere meistens auch durch einen Depressor (Fig. 599) gesenkt, und durch einen Orbicularis werden beide einander genähert, d. h. die Augenlidspalte geschlossen.

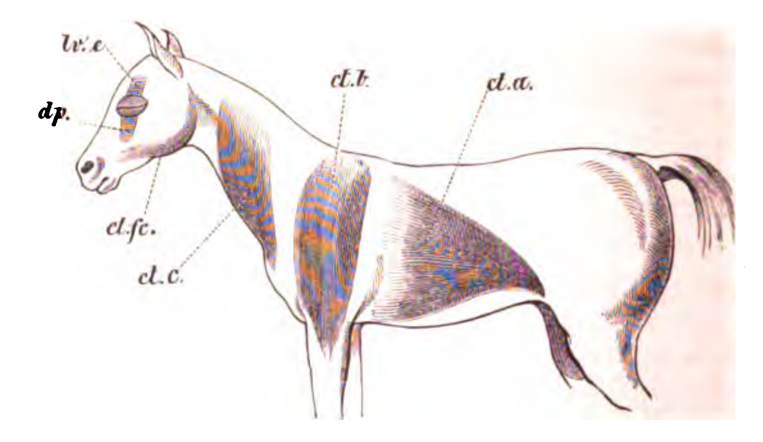



**Fig. 599.** Hautmuskeln des Pferdes (nach Gurlt). *ct.a* Hautmuskel des Bauches. *ct.b* Schulterhautmuskel *ct.c* Halshautmuskel. *ct.fc* Antlitzhautmuskel. *lv.e* Aeusserer Heber des oberen Augenlides (*Levator palpebrae superioris externus*). *dp* Depressor palpebrae inferioris.

Bei den Einhufern und Wiederkäuern hat das obere Augenlid noch einen zweiten, äussern Heber (*Levator externus*, Fig. 599). Das

**Chamaeleon** hat ein **ringförmiges Augenlid**, so dass die Augenlidspalte eine pupillenähnliche Oeffnung darstellt.

Ein **drittes Augenlid** (*Palpebra tertia*) oder die **Nickhaut** (*Membrana nictitans*), welches vertical steht, hinter dem innern Ende der beiden andern liegt und vom innern Augenwinkel aus über das Auge weg bewegt werden kann, haben alle **Vögel** und unter den Amphibien die **Chelonier**, **Crocodile**, die meisten **Saurier** und unter den **Batrachiern** der **Frosch**. Auch die meisten **Säugethiere** haben noch ein solches **drittes Augenlid**, allein es ist schon zurückgebildet und kann nicht mehr ganz vor das Auge geschoben werden.

Bei ersteren, wo die Nickhaut ganz vor das Auge geschoben werden kann, besitzt dieselbe einen besonderen Muskelapparat zur Vermittlung dieser Bewegungen, während bei den Säugethieren diese Bewegungen ohne Muskeln, durch einen eigenen Mechanismus bewirkt werden. Wo die Bewegungen ganz wegfallen, ist das dritte Augenlid, wie beim Menschen, auf die **Plica semilunaris conjunctivae** zurückgebildet (Affen).

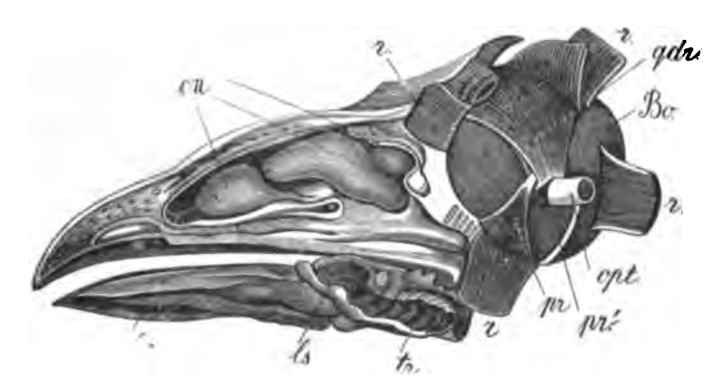



**Fig. 600.** Nasen- und Mundhöhle im Längsdurchschnitt; Muskelapparat der Nickhaut von **Meleagris gallopavo** (theilweise nach C. G. **Carus**). *cn* Nasenmuscheln. *lg* Zunge. *ls* Oberer Kehlkopf (*Larynx superior*). *tr* Trachea. *Bo* Augapfel. *opt* Nerv. opticus. *r* Musculi recti. *qdr* Musc. quadratus. *pr* Musculus pyriformis. *pr'* Sehne desselben.

Die Muskeln, welche bei den **Vögeln** (Fig. 600) die Nickhaut bewegen, d. h. vor das Auge ziehen, sind 1) ein **Musculus pyriformis**, und 2) ein **Musculus quadratus**, durch dessen Rand die Sehne des ersteren, wie durch eine Rolle, verläuft und schliesslich an die Nickhaut sich befestigt.

Aehnlich ist der Muskelapparat bei den **Amphibien**. Nur fehlt diesen der M. quadratus und es geht statt dessen ein Sehnenbündel des M. **pyriformis** zum äussern Ende des obern Augenlides.

Bei den **Säugethieren** fehlt jede Muskulatur zur Bewegung der Nickhaut. Diese wird in Folge der Verdickung ihres hintern Randes durch

Zurückziehen des Augapfels in die Augenhöhle mittelst des Retractor bulbi mechanisch nach vorn verschoben. Daher auch die Bewegung sehr viel unvollkommener ist, als bei den Vögeln und die Nickhaut nicht die Hälfte des Auges zu decken im Stande ist.

cc) Thränenapparat.

Dieser besteht 1) aus den Thränenabsonderungsorganen — Thränendrüse (*Gl. lacrymalis*) (Fig. 598 *gl.l*), — 2) aus den in den Conjunctivalsack, meistens über dem äussern Augenwinkel, mündenden Ausführungsgängen (*Ductus lacrymales*) derselben, 3) aus den, an den innern Enden der Augenlidränder mit den Puncta lacrymalia beginnenden zwei Thränenkanälchen (*Canaliculi lacrymales*), 4) aus dem, die vorhergehenden aufnehmenden Thränensack (*Saccus lacrymalis*) und 5) aus dem Thränennasengang (*Ductus naso-lacrymalis*), welcher als Fortsetzung des vorhergehenden die zugeführte Thränenflüssigkeit nach der Nasenhöhle ableitet.

Die Entwicklung dieses ganzen Apparates ist besonders von der Ausbildung der Augenlider abhängig, deren Bewegungen durch die Thränenfeuchtigkeit erleichtert und begünstigt werden sollen.

Wo keine Augenlider vorhanden sind, wird auch dieser Thränenapparat überflüssig sein. Daher bei den Fischen, die ohne Augenlider sind, dieser Apparat vollständig fehlt. Das Gleiche findet sich auch bei denjenigen Amphibien, wie Perennibranchiaten und Pipa, wo keine Augenlidbildung besteht, während bei den Schlangen und Geckonen derselbe vorhanden ist, indem in den hinter der Cutis liegenden Conjunctivalsack die Thränen ergossen und nach der Nasenhöhle abgeführt werden.

So ist der Apparat auch bei allen übrigen Wirbelthieren vorhanden. Nur die Batrachier, obwohl sie Augenlider haben, entbehren der Thränendrüsen und des übrigen Apparates. Dies mag seinen Grund in dem Aufenthalt im Wasser haben, wodurch auch ohne Thränendrüsensecret eine genügende Anfeuchtung stattfindet.

Bei den Thieren, die ein drittes Augenlid haben, ist der Absonderungsapparat um eine Drüse — Harder'sche Drüse, — innere Thränendrüse — vermehrt (Fig. 598 *gl.H*), welche hinter dem innern Augenwinkel ihre Lage hat und mit ihrem Ausführungsgang unter die Nickhaut mündet. Bei den Säugethieren mit Nickhaut bewirkt diese die Verdickung ihres hintern Randes (Fig. 598 *gl.H*) (fälschlich als knorpelige Verdickung betrachtet), mit deren Hülfe beim Rückwärtsziehen des Augapfels durch den Retractor bulbi die Verschiebung der Nickhaut nach vorn erfolgt.

## 2. Sehapparat der wirbellosen Thiere.

Bei den niedrigsten Abtheilungen, wie bei den Protozoen und niedern Formen der Coelenteraten, werden besondere Sehorgane ebensowohl, wie ein Nervensystem, vermisst, und wenn bei höheren Formen solche sich auch vorfinden, dienen sie doch oft nicht zur Wahrnehmung äusserer Objecte, sondern nur zur Unterscheidung von Licht und Dunkel. Sie bestehen in solchen Fällen auch meistens nur aus einem, an einer Stelle der Körperoberfläche endenden, durch Licht erregbaren Nerven, der dann einen Sehnerven darstellt. Unterscheidbar von andern nerventragenden Stellen der äussern Bedeckungen wäre aber das Sehorgan hier nicht, wenn nicht in der Regel die das Sehnervenende enthaltende Stelle noch mehr oder weniger von einem schwarzen oder sonst farbigen Pigment durchsetzt wäre. Wo also solche Pigmentflecke der Körperoberfläche unter sich die Ausbreitung eines Nerven haben, sieht man dies als die einfachste Anlage eines Sehorgans an.

Wo indess ein Sehorgan die Unterscheidung äusserer Objecte, also wirkliches Sehen, möglich machen soll, da ist ausser dem Sehnerven dann auch noch ein lichtbrechender Körper durchaus erforderlich, durch den die Lichtstrahlen, die von den äusseren Gegenständen ausgehen, auf einen Punkt wieder zusammen gebrochen werden, um dadurch ein dem äussern Gegenstand entsprechendes Bild herzustellen.

Erst solche Einrichtungen stellen wirkliche Augen, wenn sie auch noch so einfach sind, dar. — Das Ende des Sehnerven geht in diesen Fällen in der Regel in eine Art Retina aus, die aus den Enden seiner Faserelemente, aus mehr oder weniger mächtigen Lagen Nervenzellen und aus stäbchenartigen Endgebilden zu bestehen pflegt, vor welchen lichtperci-

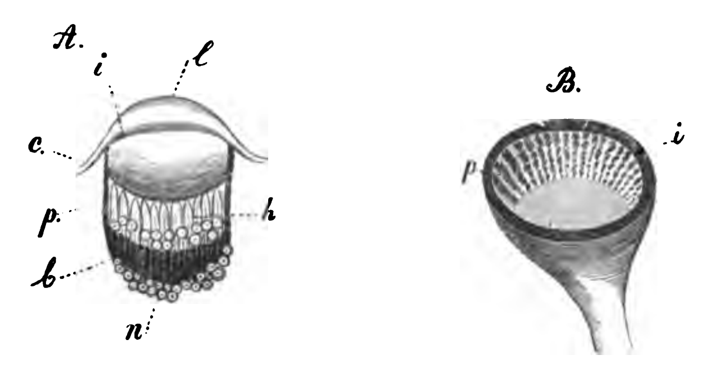



**Fig. 601.** *A.* Auge von Salticus im senkrechten Schnitt (nach Leydig). Geringe Vergrösserung. *c* Die allgemeine Chitinhaut des Körpers. *l* Die Krystalllinse. *p* Das Augenpigment. *h* Der sog. Glaskörper, der eigentlich das Ende der nervösen Elemente der Stäbchengebilde vorstellt. *b* Stäbchenschichte. *n* Zellenschicht der Retina. — *B.* Das Auge von derselben Spinne in gleicher Vergrösserung, wobei der Focus auf den Grund des Auges eingestellt wurde. *i* Der irisartige Pigmentgürtel. *p* Radiäre dunkle Pigmentstreifen.

pirenden Apparat sich sodann noch ein lichtbrechender Körper (Linse) lagert (Fig. 601 *A*). Um nur solche Lichtstrahlen zutreten zu lassen, welche durch die Linse gehen, wird die ganze Retina oder auch die einzelnen, sie bildenden stäbchenartigen Bildungen von Pigment scheidenartig umgeben (Fig. 601 *B*). Die Bindegewebsscheide des Sehnerven kann sich zu einer das Ganze umschliessenden Augenkapsel (*Sclerotica*) umgestalten und mit den Bedeckungen den vordern Schluss (*Cornea*) des augapfelartigen Organs bilden. Wo der lichtpercipirende Apparat unmittelbar an die Linse sich anschliesst (Fig. 601 *A*), ist das Auge meistens nur für das Sehen in der Nähe verwendbar. Wo aber das Sehen auch auf entferntere Objecte berechnet ist, steht die Linse von der lichtpercipirenden Fläche mehr oder weniger ab und wird die Lücke zwischen denselben von einer Art Glaskörper ausgefüllt.

Solche sog. einfache Augen besitzen die meisten Wirbellosen. Ihre Zahl ist sehr verschieden. Auch die Lage zeigt Verschiedenheiten,

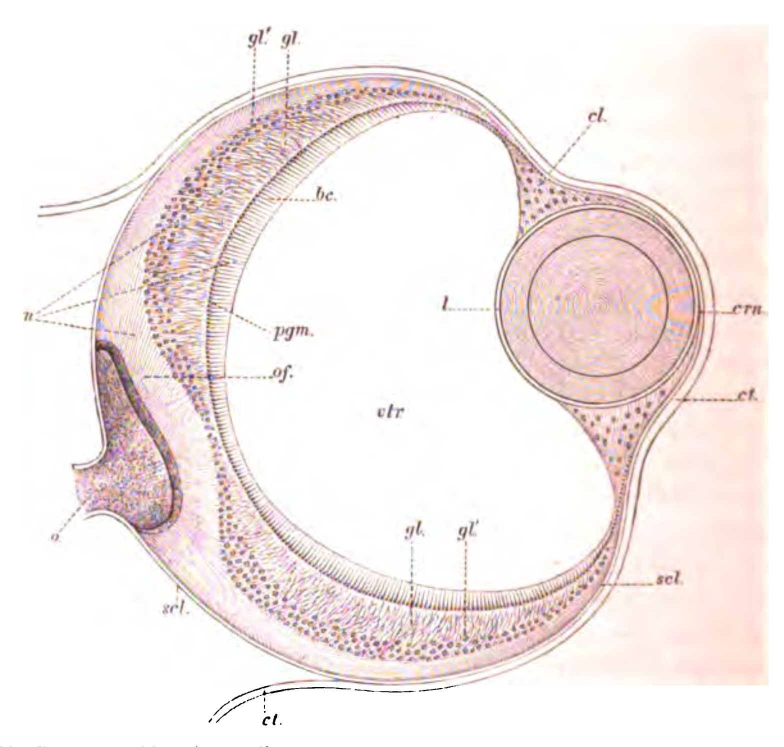



**Fig. 602.** Ein Alciopiden-Auge (*Nauphanta celox*, Greef), im horizontalen Durchschnitt, bei 60facher Vergrösserung (nach R. Greef). *ct* Aeussere Haut, das Auge überziehend. *crn scl* Aeussere Augenhaut oder Augenkapsel (*Cornea et sclerotica*). *o* Nerv. opticus. *l* Lens crystallina mit ihrer äussern und innern Schichte nebst Kapsel, von der sie umschlossen ist. *n* Retina. *of* Opticusfaserschichte. *gl* Kernhaltige Säulenschichte (Ganglienzellenschichte). *gl'* Kerne der Säulenschichte. *pgm* Pigmentschichte der Retina. *bc* Stäbchenschichte derselben. *cl* Kernhaltiger, oft netzförmig durchbrochener Ring, welcher die Linse umgibt und befestigt (*Corpus ciliare?*).

indem der Kopf durchaus nicht den ausschliesslichen Sitz derselben bildet. Auch das hintere Körperende und selbst jedes der übrigen Körper-Segmente kann, wie bei Polyphthalmus, Träger eines Augenpaares sein.

Bei einzelnen Wirbellosen können diese Augen einen so hohen Grad von Ausbildung erlangen, dass sie den Wirbelthieraugen sehr viel ähnlicher werden. So erlangt unter den Würmern das Auge der Alciopiden (Fig. 602) eine so hohe Ausbildung, dass es dem Wirbelthierauge sehr viel ähnlicher wird, als das der übrigen Würmer.

Indess noch ähnlicher dem Wirbelthierauge ist bei den Mollusken das der Cephalopoden (Fig. 603). Dieses baut sich auf aus einer Retina, die, als membranöse Entfaltung des Sehnerven, eine nach vorn offene Hohlkugel darstellt, in deren vordere Ausgangsöffnung der lichtbrechende Körper als kugelförmige Linse eingefügt und der dahinter befindliche Raum von einem Glaskörper ausgefüllt wird. Nach aussen von dieser nervösen häutigen Hohlkugel folgt eine zweite derbhäutige, welche der Chorioïdea homolog ist, deren innere Pigmentlage (*pgt*) jedoch von ihr sich trennt und zwischen die beiden Schichten der Retina sich legt. Das vordere Ende dieser Haut — die man wegen ihrer meistens festen derben Beschaffenheit oft unrichtig als Sclerotica ansieht — trägt die Iris, die an ihrer hintern Fläche von Pigment belegt ist. Auch ein an seiner hintern Fläche Pigment tragendes Corpus ciliare findet sich vor, welches die Chorioïdea und Retina an die Linse befestigt. Eine von einer Sclerotica und Cornea gebildete, die bisherigen Theile, wie im Wirbelthierauge, schützend umschliessende Kapsel fehlt hier und wird durch einen sehr ansehnlichen, den grössern

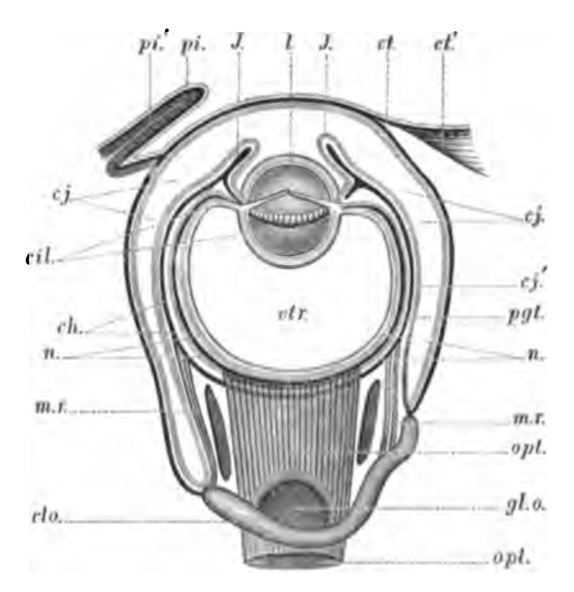



**Fig. 603.** Auge von *Sepia officinalis* (nach Valentin). *p* Unteres Augenlid. *pi'* Muskellage desselben. *ct* Aeussere Bedeckung (*Cutis*). *ct'* Tiefe Haut- und Muskelschichte. *cj* Conjunctivalsack, mit der Aussenwelt nur noch durch eine enge Oeffnung in Verbindung. *ch* Chorioïdea (fälschlich sog. Sclerotica), deren Pigment sich von ihr trennte und zwischen die Schichten der Nerve sich legte (*pgt*). In dem Holzschnitt zeigt *ch* die Richtung auf die Pigmentschichte, statt auf die Chorioïdea, welche von der äussern schwarzen Linie dargestellt ist. *cil* Corpus ciliare. *n* Aeussere und innere Schichte der Nervenhaut, die Pigmentlage (*pgt*) zwischen sich habend. *vtr* Glaskörper. *l* Krystalllinse. *opt* Sehnerv (*N. opt.*). *gl.o* Ganglion opticum. *clo* Augenhöhlenknorpel (*Cartilago orbitalis*), ein Theil des Kopfknorpels, eine grubenförmige Augenhöhle zur Aufnahme des Auges bildend. *m.r* Muskeln des Augapfels, vom Grunde des Augenhöhlenknorpels zur Aussenfläche des Augapfels (*Chorioidea*) gehend.

Theil des Augapfels umschliessenden **Conjunctivalsack** (Fig. 603 *cj*) ersetzt. Da Sclerotica und Cornea fehlen, bekleidet der **Augapfeltheil** dieser Conjunctiva die Aussenfläche der Chorioïdea und Iris, um am Pupillenrand letzterer zu enden. Der auf der erstern aufliegende Theil (*cj*) zerfällt in zwei, durch einen gewissen Silberglanz ausgezeichnete Schichten, die man als **Argentea externa** und **interna** zu unterscheiden pflegt. Nach vorn ist dieser Conjunctivalsack nicht durch eine Augenlidspalte offen, sondern bis auf eine feine Oeffnung, durch welche Seewasser eindringen und den Bulbus bespülen kann, geschlossen, daher **Augenlider** kaum angedeutet sind. Nur ein **unteres Augenlid**, hinter welchem auch die Oeffnung des Conjunctivalsacks zu liegen pflegt, ist einigermassen ausgebildet und auch mit einer zu seiner Bewegung dienenden Muskulatur versehen.

Der ganze **Augapfel** ruht, wie in einer Augenhöhle, in einer **Grube** (Orbitalknorpel) (*clo*) des Kopfknorpels und kann seine Stellung durch Muskeln verändert werden, die, analog den graden Augenmuskeln der Wirbelthiere, aus dieser Knorpelgrube entspringen und an der Aussenfläche des Bulbus (nur hier, statt an der Sclerotica, an der Chorioïdea) sich ansetzen (Fig. 603 *m.r*).

Bei den Arthropoden und zwar bei den **Insecten** und **Crustaceen** tritt noch eine **andere** Augenform auf — das sog. **facettirte Auge** —, das namentlich für das Sehen in die Ferne berechnet ist und äusserlich von dem sonstigen Auge der Wirbellosen, sowie dem der Wirbelthiere auffällig verschieden erscheint (Fig. 604), aber in Wirklichkeit doch nur aus einer Zusammensetzung durch viele solcher einfacher Einzelaugen, deren jedes die Bedingungen zur Vermittlung einer Gesichtswahrnehmung enthält, hervorgeht; daher man sie auch **zusammengesetzte Augen** nennt, gegenüber den sonst vorkommenden, die man **einfache** zu bezeichnen pflegt.

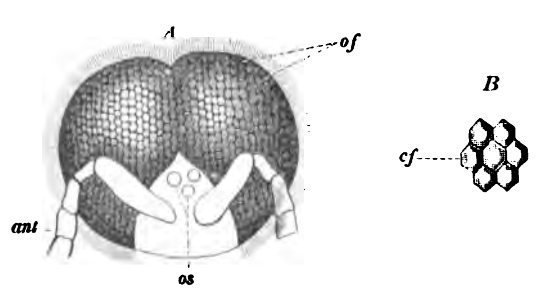



**Fig. 604.** *A* Kopf der Biene (*Apis*) mit den einfachen (*os*) und facettirten Augen (*of*). *ant* Antennen. — *B cf* Hornhautfacetten.

Da die **einfachen** meistens das Sehen in der Nähe vermitteln, so können beide auch an einem und demselben Thier, z. B. bei Insecten, vorkommen, wo letztere mehr die Führer bei der Nahrungsaufnahme, die zusammengesetzten dagegen die bei der Locomotion abgeben (Fig. 604 *cf os*).

Aus dem ganglionären Ende des Sehnerven (Fig. 605 *g.o*) gehen als Endgebilde der Opticusfasern die sog. **Nervenstäbe** in radiärer Richtung hervor, deren Enden zu durchsichtigen, klaren, das Licht stark brechenden

Kegeln — den sog. Krystallkegeln — anschwellen. Ein körniges Pigment umgibt diese stabförmigen Bildungen scheidenartig und selbst die Basis der Krystallkegel irisartig (Fig. 607), so dass die Lichtstrahlen nur durch diese Oeffnung Zutritt haben. Diese Krystallkegel sind den Stäbchen und Zapfen des Wirbelthierauges analoge lichtpercipirende Retinaelemente, stehen aber doch wohl auch mit der Lichtbrechung in näherer Beziehung. Denn obschon auf der Basis jedes Krystallkegels noch ein besonderer, meistens einer biconvexen, oft auch planconvexen Linse gleichender lichtbrechender Körper, die sog. Hornhautfacette — steht, welche aus der das Auge vorn überziehenden äussern Bedeckung hervor sich bildet (Fig. 605 *Fac*; Fig. 606 *c*), so fehlen doch den zusammengesetzten Augen mancher niedern Crustaceen solche Hornhautfacetten, wo also eine Lichtbrechung nur durch die Krystallkegel stattfinden kann. So lässt sich auch das Vorkommen von Muskelfasern, die längs der Krystallkegel verlaufen und an ihrer Basis endigen, begreifen, da diese wohl nur auf die Vermittlung einer Formveränderung der Krystallkegel berechnet sind, durch welche eine Art Accommodation möglich wird.

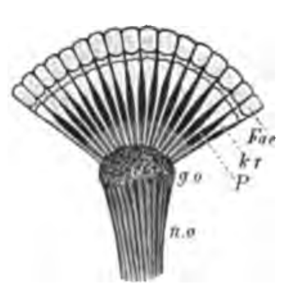



**Fig. 605.** Schema eines Arthropoden-Auges. *Fac* Hornhautfacetten. *kr* Krystallstäbe. *P* Pigment. *n.o* Sehnerv (*N. opt.*). *g.o* Ganglion opticum oder Retina.

Wenn nun auch die Gebilde, welche in diesen Augen mit den peripherischen Enden der Sehnervenfasern in Verbindung stehen, denen vergleichbar sind, welche im Wirbelthierauge die Retina bilden, so bleibt doch ein Hauptunterschied zwischen den zusammengesetzten Augen und den einfachen darin, dass die Enden der Fasern des Sehnerven doch nicht, wie hier, zu einer

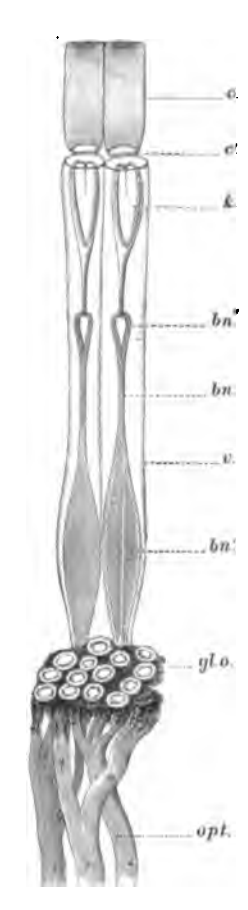



**Fig. 606.** Theile des facettirten Arthropoden-Auges (*Procrustes coriaceus*), nach Leydig. *c* Hornhautfacette. *c'* Linsenartige Wölbung derselben. *k* Krystallkörper. *bn* Nervenstäbe. *bn'*, *bn''* Innere und äussere Anschwellung derselben. *v* Scheide der Nervenstäbe. *opt* Bündel des Nervus opticus. *gl.o* Ganglion opticum.

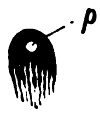



**Fig. 607.** Das Pigment um einen Krystallkegel von der Hornisse (*Vespa crabro*), um die pupillenartige Anordnung zu zeigen. *p* Pupille. Nach Leydig.

Nervenhaut mit concaver Hohlkugelfläche sich zusammenlegen, sondern einen soliden Nervenkolben oder Knopf mit convexer Perceptionsfläche zusammensetzen, dessen Vergleich mit der Retina histologisch wohl zulässig, morphologisch aber ungerechtfertigt erscheinen muss.

Die fazettirten Augen pflegen unbeweglich am Kopfe befestigt zu sein, wenn dieser, wie bei den meisten Insecten, beweglich ist. Wenn aber Beweglichkeit, wie bei den höhern Crustaceen, ihm abgeht, dann sitzen die Augen auf einem beweglichen Stiel. Uebrigens ist auch zur Beherrschung eines grossen Gesichtsfeldes im Allgemeinen weniger Beweglichkeit erforderlich, weil diese Augen schon an und für sich ein sehr grosses Gesichtsfeld in Folge der starken, einer Halbkugel oft gleichenden, Wölbung ihrer Oberfläche haben.

Das Leuchten der Augen wird bei Wirbellosen vielfacher wahrgenommen, als bei den Wirbelthieren, und rührt auch, wie bei diesen, von einem Reflex des einfallenden Lichtes her, der durch eine, dem Tapetum der Wirbelthiere analoge Einrichtung veranlasst wird. Das bald grün, blau, bald golden und dergleichen schillernde Tapetum besteht bei vielen Spinnen, auch bei Muscheln, ähnlich wie im Fischauge, aus krystallinischen, dicht an einander liegenden Flitterchen, welche in den Regenbogenfarben leuchten. Bei andern, z. B. den Phalangien, besteht es dagegen aus Kügelchen, die an Grösse die der Pigmentkörner übertreffen. Aehnlich verhält sich auch das silbern oder golden schillernde Pigment im Auge vieler Insekten und Crustaceen. Indess nicht bloss solche und anderartige Modificationen des Pigments geben Veranlassung zu derartigen, oft prachtvollen Farbenerscheinungen im Auge der Wirbellosen, auch dicht an einander liegende Büschel feiner parallellaufender Tracheen können, wie man dies in den Augen der Abend- und Nachtfalter findet, den Reflex des Lichts und dadurch das Leuchten der Augen, die bei manchen wie glühende Kohlen aussehen, — bedingen.

## 2. Gehörapparat *(Organon auditus)*.

Bergmann u. Leuckart, anatom.-physiolog. Uebersicht des Thierreiches. Stuttgart. 1852. S. 454. — Böttcher, Ueb. d. aquaeduct. vestibuli d. Katze etc. im Archiv f. Anat. und Physiol. 1869. Seite 372. — Breschot, Recherches anatomiques sur l'organe de l'audition chez les oiseaux. Paris 1836. — Derselbe, in d. Ann. d. sc. nat. 2" Sér. T. 5. Pl. 1. 2. — Derselbe, Recherches anat. sur l'organe d'ouïe des poissons. Paris 1838. — C. G. Carus, Erläuterungstafeln z. vgl. Anat. Heft 9. — Clason, die Morphologie d. Gehörorganes d. Eidexen in Hasse's anat. Studien. Bd. I S. 300. — Claudius, das Gehörlabyrinth von Dinotherium. Cassel 1864. — A. Corti, Recherches sur l'organe d'ouïe des mammifères. — Cuvier, Vorlesung. üb. vgl. Anat. Uebers. v. Meckel. Bd. II. — Deiters, das Gehörorgan der Amphib., im Archiv f. Anat. u. Physiol. 1862. S. 277. — Ludw. Fick, Ueb. d. Labyrinth d. Elephanten, in Müll. Archiv. 1844. S. 431. — Gottstein, Ueb. d. f. Bau etc. der Gehörschnecke bei Säugeth. u. d. Menschen, in Archiv f. m. Anatomie. Bd. 8. S. 145. — Gurlt, vgl. Anat. d. Haussäugeth. Th. I. — Hagenbach, Disquisitiones anat. musculorum auris externae. Bas. 1833. — Derselbe, die Paukenhöhle d. Säugethiere. Leipzig 1835. — Hannover, De cartilag. musc. nerv. auris externae. 1839. — C. Hasse, anat. Studien Bd. I. Leipzig. 1873. (Enthält die Morphologie des Labyrinthes der Vögel (S. 1[illegible] der Schildkröte (S. 225), der Frösche (S. 376), der Fische (S. 417); ferner uber d

Schwimmblase der Fische (S. 583). — Derselbe, Die vgl. Morphologie d. häutig. Gehörorgans d. Wirbelthiere. Leipzig 1873. — Huschke, Ueb. d. Gehörzähne in der Schnecke des Vogelohres, in Müller's Archiv 1835. S. 336. — Hyrtl, Vgl. anat. Unters. üb. d. inneren Gehörorgane d. Menschen u. d. Säugethiere. Prag 1845. — H. Kelet, Ueb. d. Gehörorg. d. Cyclostomen, in Hasse's anat. Stud. Bd. I. S. 489. — Krieger, Diss. de otolith. Berol. 1840. — Leydig, Lehrb. d. Histologie, Frankf. a. M. 1857. S. 266. — Monro, Vergl. d. Baues etc. d. Fische. Uebersetzt v. Schneider. Leipz. 1787. — J. Müller, Ueb. d. Gehörorgan der Cyclostomen. Berlin 1838. — Nuel, Z. Kenntniss der Säugethierschnecke, in Archiv f. m. Anat. Bd. 8. S. 300. — Owen, Comparative Anatomy of vertebrates. Lond. 1868. vol. I. p. 343; vol. II. p. 133; vol. III. p. 219. — E. Plattner, Ueb. d. Quadratbein und die Paukenhöhle der Vögel. Leipz. 1839. — Reichert, Beitr. z. Anat. d. Gehörschnecke bei Menschen u. Säugethieren, in Archiv f. Anat. und Physiol. 1871. S. 117. — Reissner, Z. Kenntniss der Schnecke im Gehörorgan d. Säugethiere u. d. Menschen, in Müller's Archiv 1854. — Rosenberg, Ueb. die Entwicklung des Canalis cochlearis der Säugethiere. Dorpat. 1868. — A. Scarpa, Anatomicae disquisitiones de auditu et olfactu. Ticini 1789. — Stannius, Lehrb. der vergl. Anatomie der Wirbelthiere. Berlin 1846. S. 405 u. 243. — Derselbe, Anatomie der Wirbelthiere. 2. Aufl. Berlin. 1854—56. I. Hft. S. 166 u. II. Hft. S. 159. — R. Wagner, Icones zootomicae. Lipsiae 1841. — E. W. Weber, De Aure et auditu hominis et animalium. Lipsiae 1820. — Windischmann, De penitiori auris in Amphibiis structura. Lipsiae 1831. —

Bergmann u. Leuckart, Anat.-physiol. Uebersicht des Thierreiches. S. 461. — Brandt u. Ratzeburg, Mod. Zool. Bd. 2. — V. Carus, Icones zootom. Lipsiae 1857. — Claus, Das Gehörorgan der Heteropoden, in Archiv f. m. Anat. Bd. 12. S. 103. — Cuvier, Mémoire sur les Mollusques. Paris 1817. M. Edwards, sur les organes auditifs de Firoles, in Ann. d. sc. n. 3me Sér. Taf. 17. pag. 146. — Eimer, Zool. Studien auf Capri. S. 72. — Frey, Entw. der Gehörw. d. Mollusken, in Frorieps Neue Notizen Bd. 37. Nr. 801. und in Wiegmann's Archiv 1845. Bd. I. S. 217. — Hensen, Ueb. d. Gehörorgane v. Locusta, in d. Zeitschrift f. m. Zool. Bd. 18. S. 199. — Koelliker, Entw. d. Cephalopoden. Zürich. 1841. — Lemoine, Sur les systèmes nerveux de l'Ecrevisse, in Ann. d. sc. n. 5me Sér. T. 9. pag. 112. — Leuckart, Zool. Untersuchungen 1854. — Derselbe, in Archiv f. Naturgesch. 1853. — Leydig, Lehrb. d. Histologie. S. 277. — Derselbe, Zum feinern Bau der Arthropoden, in Müller's Archiv 1855. S. 399. — Derselbe, Ueber die Geruchs- und Gehörwerkzeuge der Krebse und Insekten, ebenda 1860. S. 265. — J. Müller, Zur Physiol. d. Gesichtsinnes. Fragment. Physiol. d. Gehörsinns. S. 439. — Derselbe, in Nova Acta physico-med. Academ. Caesar. Leop. Carol. nat. curiosor. T. 19. — Ranke, Das Gehörorgan bei Pterotrachea, in Zeitschr. f. w. Zool. B. 25. Suppl. H. S. 77. — Derselbe, D. acust. Organ im Ohre der Pterotrachea, in Archiv f. m. Anat. Bd. 12. S. 565. — Owen, Cephalopoda in Todd cyclopaedia. vol. I. — v. Siebold, Ueb. Stimm- und Gehörorgan d. Orthopteren, in Wiegmann's Archiv 1844. S. 52. — Derselbe, Ueber die Gehörorgane der Mollusken, in Wiegmann's Archiv 1841. S. 148. Taf. VI. — Derselbe, Lehrb. d. vergl. Anatomie der wirbellosen Thiere. Berlin 1848. — R. Wagner, Icones zootom. Lips. 1841. —

### 1. Gehörapparat der Wirbelthiere.

Die Bestimmung des **Gehörorganes** ist, die von Gegenständen der Aussenwelt ausgehenden Schallwellen aufzunehmen und zur Wahrnehmung zu bringen.

Es wird daher wesentlich von dem peripherischen Ende des **Hörnerven** und einer zarthäutigen Fläche gebildet, welche, als Trägerin der Endgebilde jenes, so mit einer wässerigen Flüssigkeit in Berührung steht, dass die Schwingungen, in welche diese durch die sie treffenden Schallwellen versetzt wird, auf den Hörnerven übertragen werden und denselben erregen müssen.

Die **Form**, unter welcher diese häutige Fläche auftritt, ist verschieden. Wo das Hörorgan die einfachste Einrichtung hat, wie bei vielen

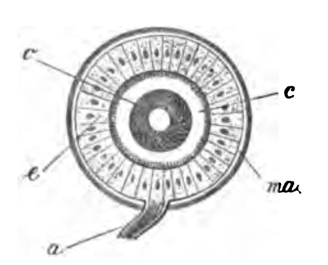



Fig. 608. Gehörorgan von Unio (nach Leydig). *a* Nerv. acusticus. *ma* Gehörblase. *e* Flimmerepithel. *c* Mit Flüssigkeit erfüllte Höhle. *o* Otolith.

Wirbellosen, bildet sie ein Bläschen (Fig. 608), dessen Wand das Ende des Hörnerven trägt und dessen Höhle mit Wasser und einem oder mehreren darin fluctuirenden, besonders aus Kalksalzen bestehenden festen Körpern — s. g. Gehörsteinen, Otolithen — eingenommen ist. Ganz allgemein ist das Bläschen innen mit einem Flimmerepithel ausgekleidet, durch welches der Otolith in fortdauernder Bewegung erhalten wird. Bei manchen Wirbellosen stehen auf der Innenfläche des Gehörbläschens noch längere, mehr steife wimperähnliche Gebilde, welche, von grösseren Zellen getragen, bald einzeln, bald büschelartig, die andern Cilien überragend, in die Höhle des Bläschens, gegen den Otolithen gerichtet sind und Gehörhaare genannt werden. Erhält das Gehörorgan, wie bei Wirbelthieren, eine grössere Vervollkommnung, so gibt sich diese zunächst in einer Vergrösserung der die Nervenenden tragenden Fläche und in einer Abänderung ihrer Form kund. Auch die Lage wird eine charakteristischere. Während bei den Wirbellosen die verschiedensten Körpertheile das Hörorgan bergen konnten, liegt es bei den Wirbelthieren ausschliesslich im Schädel.

Die Gehörblase der Wirbellosen wird bei den Wirbelthieren durch schlauchartige Anhänge vergrössert, die theils hinten aus ihr sich hervor stülpen und nach kurzem bogigem Verlaufe wieder zurückkehren — häutige Bogengänge — theils vorn unter der Form eines verschieden langen und spiralig gewundenen blinddarmähnlichen Anhanges aus ihr hervorgehen — Schneckengang (*Ductus cochlearis*) —, auch die Blasen selbst vermehren sich durch Abschnürung und Theilung. Aus der ursprünglich einfachen Gehörblase werden bei den höheren Wirbelthieren zwei, von denen die eine (hintere) (*Utriculus s. Sacculus oblongus*) mit den häutigen Bogengängen, die andere (vordere) (*Sacculus s. Sacculus rotundus*) mit dem Ductus cochlearis in Zusammenhang steht. Alle diese zarthäutigen Gebilde liegen auch noch in ein knorpeliges oder knöchernes Gehäuse mehr oder weniger vollständig eingeschlossen und bilden mit diesem das s. g. Gehörlabyrinth, an welchem die Knochenhülle das knöcherne (*Labyrinthus osseus*), der zarthäutige Inhalt mit dem Ende des Hörnerven das häutige Labyrinth (*Labyrinthus membranaceus*) bezeichnet wird.

Wo die Schallwellen aus einem wässerigen Medium dem Körper zugehen, werden sie durch die festen Theile dieses, besonders durch die festen Theile des Kopfes auf das Labyrinth fortgeleitet und auf das peripherische Ende des Hörnerven übertragen. Daher hier das Hörorgan nur

aus dem Labyrinth zu bestehen pflegt (Fische und viele Amphibien). Wo dagegen die Schallwellen aus der Luft kommen, — die nicht so leicht als die aus dem Wasser kommenden auf feste Körper fortgepflanzt, sondern grösstentheils wieder reflectirt werden, — tritt zu dem Labyrinth noch ein besonderer Schallleitungsapparat hinzu. Dieser besteht zunächst aus einer mit Luft erfüllten Höhle (Paukenhöhle, *Cavum tympani*), die trommelartig nach aussen von einer in einem Knochenrahmen ausgespannten Membran (Trommel- oder Paukenfell, *Membrana tympani*) verschlossen ist. Von letzterem ist durch die Paukenhöhle zum Labyrinth bei den Amphibien und Vögeln noch ein Knochenstäbchen (*Columella*) oder statt dessen, wie bei den Säugethieren und dem Menschen, eine aus drei Stücken bestehende gegliederte Knochenkette — Kette der Gehörknöchelchen (*Ossicula auditus*) — gespannt, wodurch die Schwingungen des Trommelfells, in welche dieses durch die aus der äussern Luft kommenden Schallwellen versetzt wird, auf das Labyrinth übertragen werden. Um die Luft der Paukenhöhle mit der das Trommelfell aussen berührenden im Gleichgewicht zu halten und namentlich um die durch Resorption eintretende Verminderung derselben wieder zu ergänzen, steht die Paukenhöhle noch durch einen besonderen Kanal mit dem Anfangstheil der Luftwege in Verbindung, welcher die Ohrtrompete (*Tuba Eustachii*) genannt wird und die Zufuhr von erforderlicher Luft vermittelt.

Bei Amphibien und Vögeln besteht der Schallleitungsapparat nur aus den angeführten Einrichtungen, während bei den Säugethieren, wie beim Menschen, an das Trommelfell aussen noch ein verschieden langer und verschieden weiter Kanal — äusserer Gehörgang (*Meatus auditorius externus*) — und an diesen ein zum leichtern Auffangen der Schallwellen dienendes schaufelförmiges, durch eine Hautfalte, die von einem elastischen Knorpel getragen wird, gebildetes Organ — äusseres Ohr (*Auricula*) — sich noch anschliesst, so dass man nun am ganzen Hörapparat drei verschiedene Abschnitte unterscheiden kann, nämlich 1) die von den zuletzt bezeichneten Theilen gebildete äussere Abtheilung — äusseres Ohr (*Auris externa*), — 2) die von der Paukenhöhle und Zubehör dargestellte mittlere Abtheilung — mittleres Ohr (*Auris media*) und 3) die das Labyrinth umfassende innere Abtheilung — inneres Ohr (*Auris interna*).

### a. Innerer Theil des Gehörapparates *(Auris interna)* oder Labyrinth der Wirbelthiere.

Bei den Säugethieren zerfällt das knöcherne Labyrinth, gleich dem menschlichen, in drei verschieden gestaltete Abtheilungen, eine äussere, mittlere und innere. Die äussere Abtheilung wird von den

drei halbzirkelförmigen Kanälen oder Bogengängen (*Canales semicirculares ossei*) gebildet; die mittlere — der Vorhof (*Vestibulum*) — umfasst eine einfache Höhle und die innere Abtheilung wird von der Schnecke (*Cochlea*) dargestellt (Fig. 609).




Fig. 609. Knöchernes Labyrinth von Dasyprocta Aguti. sc Canales semicirculares. c Cochlea. fc Fenestra cochleae. fv Fenestra vestibuli. Nach Hyrtl.




Fig. 610. Knöchernes Labyrinth von Balaena mysticetus. c Cochlea. sc Canales semicirculares. fc Fenestra cochleae. Nach Hyrtl.

Die drei Bogengänge verhalten sich in Beziehung ihrer Form, Stellung und Verbindungsweise mit dem Vorhofe im Allgemeinen, wie die des menschlichen Labyrinthes, obschon sie in Betreff ihrer Stärke und Krümmung und der Grösse und Form ihrer Ampullen viele Verschiedenheiten und Abänderungen zeigen.

Während 5 Vestibularmündungen der Bogengänge auch bei den Säugethieren als Regel anzusehen sind, machen doch mehrere davon insoweit eine Ausnahme, als durch Verschmelzung auch des ampulleren Endes des hintern Bogenganges mit dem hintern des äussern Bogenganges die Zahl der Vestibularmündungen auf 4 reducirt ist, wie das nach Hyrtl namentlich bei Felis leo, tigris, pardus, Canis lupus und aureus, Paradoxurus, Herpestes, beim Tapir, Nilpferd, Gürtelthier und Schnabelthier der Fall ist.

Die absolut stärksten Bogengänge finden sich bei Elephas maximus, dann beim Wallross, Phoca grönlandica; hiernach beim Nilpferd, beim Menschen, Orang-Utang und Nashorn. Die absolut kleinsten Bogengänge haben Vespertilio pipistrellus und Sorex pygmaeus. — Relativ zur Körpergrösse haben die stärksten der Igel und die Blindmaus. Die relativ kleinsten besitzen die Walfische (Fig. 610). Sehr dünn und eng sind sie bei allen Raubthieren, selbst den grössten derselben, wie bei Eisbären, Tigern, Löwen, während unter den Nagern Hystrix und Sphiggurus, sowie unter den Edentaten das Faulthier und Manis sich durch weite, selbst plumpe Kanäle auszeichnen (vgl. Hyrtl, Untersuchung über das innere Ohr etc. Prag 1845).

Der Vorhof umfasst eine einfache Höhle zur Aufnahme der Gehörblasen, die nach hinten mit den Bogengängen durch deren 5 Vestibular-

mündungen, nach vorn mit der Schnecke durch den aditus ad scalam vestibuli und nach aussen mit der Paukenhöhle in Verbindung steht durch das sog. Vorhofsfenster (*Fenestra vestibuli s. ovalis*), in welches der Steigbügel, das innerste Glied der das Trommelfell mit dem Labyrinth verbindenden Kette der Gehörknöchelchen eingreift.

Der Vorhof zeigt die geringsten Abänderungen und Verschiedenheiten bei den Säugethieren; nur bei den Cetaceen (Fig. 610) ist er so verschwindend klein, dass er kaum als besondere Abtheilung zwischen Bogengängen und Schnecke unterscheidbar ist.

Die Schnecke besteht aus einem spiraligen Kanale, der um eine kegelförmige Knochenaxe — Modiolus — sich windet und einen blinddarmförmigen Anhang des Vorhofs darstellt, daher auch von diesem her einen Zugang hat (*Aditus ad scalam vestibuli*). Einen zweiten Zugang besitzt der Schneckenkanal von der Paukenhöhle her durch das sog. runde oder Schneckenfenster (*Fenestra rotunda s. cochleae*), welches aber durch eine dem Trommelfell ähnlich ausgespannte Membran — Membrana tympani secundaria — verschlossen wird. Die Höhle des Schneckenkanals wird in ihrer Länge derart von einer schmalen Knochenplatte — Lamina spiralis ossea — durchzogen, dass deren einer Rand an der innern, dem Modiolus anliegenden Wand ansitzt, der andere freie dagegen nach der entgegengesetzten äussern Wand sieht, ohne diese zu erreichen, und so der Kanal in seiner ganzen Länge unvollkommen in zwei Hälften geschieden wird, welche die Treppen (*Scalae*) heissen, und von welchen die eine, die der Basis der Schnecke näher liegt, ihren Anfang an der Fenestra rotunda hat — Scala tympani —, während die andere, der Spitze näherliegende in den Vorhof überführt — Scala vestibuli —. In dem blinden Ende des Schneckenkanals — Schneckenkuppel — löst sich das sich zuspitzende Ende der Lamina spiralis von der Knochenaxe los und ragt als eine feine gekrümmte Knochenspitze — Hamulus laminae spiralis — in die Höhle der Kuppel hinein.

Form und Grösse, sowie die Zahl der Windungen der Schnecke zeigen bei den Säugethieren sehr grosse Verschiedenheiten. Die Zahl der Windungen fällt theils bis auf $^1/_4$—$^1/_2$ (Fig. 611) unter die des Menschen herab, theils steigt sie über dieselbe bis zu 5 hinan (Fig. 609). Bei Dasypus novemcinctus ist nach Hyrtl die zweite Windung der Schnecke grösser als die erste. Die absolut grösste Schnecke haben die Walfische (Balaena, Physeter (Fig. 610), dann der Elephant, Delphinapterus, Narwal, Nilpferd, Walross und Phoca. Unter den Carnivoren hat der Löwe, unter den Nagern Capybara, unter den Edentaten Myrme-

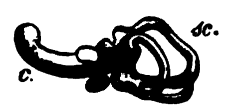


Fig. 611. Labyrinth des Schnabelthieres (nach Hyrtl). c Cochlea. sc Canales semicirculares.

cophaga jubata, unter den Beutlern Halmaturus giganteus die grösste Schnecke.

Die absolut kleinste Schnecke findet sich bei Talpa; dann bei Condylura, Sorex (Fig. 612), Cladobates, Mus. Relativ zur Körpergrösse haben die grösste Schnecke die Chiropteren und Nager; dagegen die Walfische die relativ kleinste (Hyrtl).

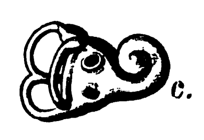



Fig. 612. Labyrinth von Sorex. c Cochlea.

Fünf Windungen beschreibt die Schnecke bei Coetlogenys Pacas; $4^2/_3$ bei Hydrochœrus; 4 bei Myopotamus coypus; $3^5/_6$ bei Moschus javan.; $3^1/_2$ bei Hyrax capensis und bei Babirussa; $3^1/_6$ beim Löwen und Tiger, $3^1/_8$ bei Chrysochloris capensis; 3 bei Cynocephalus ursinus, Simia troglodytes, Orangutang, Nilpferd, Bos taurus, Giraffe; $2^5/_6$ Stentor seniculus; $2^2/_3$ beim Menschen (Weib); $2^1/_2$ bei Phacochœrus, Ursus labiatus, Stenops gracilis, Lepus timidus, Sphiggurus insidiosus, Helamys caffer, Myrmecophaga jubata; $2^1/_3$—$2^1/_4$ bei Phoca vitulina, Bradypus didactylus, Camelus dromedarius; $2^1/_6$—$2^1/_8$, bis $2^1/_{12}$ beim Walross, Pferd, Elephas africanus, Ovis aries; 2 bei Talpa, Centetes, Igel, Pteropus edulis, Delphinus tursio, Narwal, Dasypus Peba, Rhinoceros, Halmaturus giganteus; nicht ganz voll zwei Windungen finden sich bei Balæna (Fig. 610) und Physeter; $1^5/_6$ Windungen beim Hamster; etwas über $1^1/_3$ bei Manatus; $^1/_2$ Windung bei Echidna; $^1/_4$ Windung beim Schnabelthier (Fig. 611). — Ueberhaupt ist über die anderweitige Besonderheit der Schnecke das ausführlichere Detail bei Hyrtl a. a. O. p. 111 fgg. nachzusehen.

Das häutige Labyrinth (*Labyrinthus membranaceus*) wird 1) von einer Periostauskleidung des knöchernen Labyrinthes, 2) von zwei häutigen Säckchen des Vorhofes, 3) aus drei häutigen Gängen und 4) aus den zarthäutigen Innengebilden der Schnecke nebst dem Endtheile des Hörnerven gebildet.

Das Periost überzieht die Innenfläche der Höhle des Vorhofes, kleidet ähnlich die drei Bogengänge aus und setzt sich auch in das Periost der Schnecke fort. Das Vorhofperiost steht durch einen im Aquaeductus vestibuli liegenden Faserfortsatz mit dem äussern Periost der Schläfenbeinpyramide in Verbindung. Aehnlich steht auch das Periost der Scala tympani der Schnecke durch den Aquaeductus cochleae mit dem äussern Schläfenbeinperiost in Zusammenhang. Der Vorhof enthält ausser der Periostauskleidung nur noch zwei zarthäutige Säckchen — die Gehörblasen — ein grösseres hinteres, mehr elliptisches (*Sacculus oblongus s. ellipticus s. Utriculus s. Alveus communis*) und ein kleineres vorderes, mehr rundes (*Sacculus s. Sacculus rotundus*), welche mit heller, wässerig. Flüssigkeit — Endolympha, Aquula auditiva s. vitrea —

erfüllt, die Vorhofshöhle indess nicht ganz ausfüllen, zwischen ihrer Aussenfläche und der vom Periost bekleideten Innenfläche der Vorhofswand noch einen freien Zwischenraum übrig lassen, der ebenfalls von einer hellen wässerigen Flüssigkeit — Perilympha s. Aquula Cotunnii — erfüllt ist, die sonach die Gehörblasen auch äusserlich umspült. Ebenso enthalten die drei knöchernen Bogengänge mit Endolymphe erfüllte, häutige Gänge (*Ductus semicirculares membranacei*), welche zum Sacculus oblongus sich ähnlich verhalten, als wie die knöchernen Bogengänge zum knöchernen Vorhof, auch in den knöchernen Ampullen entsprechende Erweiterungen (*Ampullae membranaceae*) bilden, also die Form der knöchernen Gänge im Ganzen nachahmen, nur sehr viel enger bleiben, so dass auch zwischen ihnen und der von Periost überzogenen Innenfläche der knöchernen Gänge ein Zwischenraum übrig bleibt, der, wie im Vorhofe, von Perilymphe erfüllt ist.

Zu diesen häutigen Innengebilden, d. h. zu den Maculae acusticae der Vorhofsäckchen uud den Cristae acusticae der häutigen Ampullen gehen die Zweige des Vorhofastes des Hörnerven. Werden Schallwellen zu diesen Theilen des Labyrinthes geführt, so müssen die Perilymphe und Endolymphe in Erzitterungen versetzt werden und diese auf die Enden des Hörnerven erregend einwirken.

Die häutigen Innengebilde der Schnecke kann man sich als drei häutige Schläuche, von denen einer sehr viel enger, als die beiden andern sind, vorstellen, die so durch den Schneckenkanal ziehen, dass je einer der beiden weitern eine der beiden Scalae einnimmt. Ihre gegen einander gekehrten Wände kommen indess nicht zur unmittelbaren Berührung, indem sie innen, gegen den Modiolus, durch die knöcherne Lamina spiralis, — auswärts von dieser, bis zur äussern Wand des Schneckenkanals, durch den dritten, sehr viel engern häutigen Schlauch von einander getrennt werden.

Der in der Scala vestibuli liegende Schlauch ist eine Ausstülpung des Periostes des Vorhofes; seine Höhle ist daher mit derselben Flüssigkeit erfüllt, welche als Perilymphe den extrasaccularen Vorhofsraum einnimmt.

Der die Scala tympani einnehmende Schlauch schliesst sich an der Fenestra rotunda blind ab und hilft dadurch die die letztere verschliessende Membrana tympani secundaria bilden. Dagegen ist er am entgegengesetzten Ende — Helicotrema — offen und mündet mit dem vorhergehenden zusammen, so dass die ihn erfüllende Flüssigkeit dadurch auch mit der Perilymphe des Vorhofes communicirt. Auch er ist ein Periostschlauch, der durch den im Aquaeductus cochleae liegenden feinen Faserfortsatz mit dem äussern Periost des Schläfenbeins in Verbindung steht. Der zwischen den beiden vorhergehenden liegende dritte oder mittlere enge häutige Schlauch (*Ductus cochlearis*) grenzt auswärts

an die äussere Wand des knöchernen Schneckenkanals, innen an den freien Rand der knöchernen Lamina spiralis und vor- und rückwärts, nach den beiden Scalae hin, verschmilzt seine Wand mit den Wänden der diese ausfüllenden Periostschläuche. Nach der Schneckenkuppel ist dieser Ductus cochlearis blind geschlossen, dagegen nach entgegengesetzter Richtung offen und verbindet sich durch einen sehr engen feinen Gang (*Canalis reuniens*) mit dem runden Vorhofssäckchen, so dass die in ihm befindliche Flüssigkeit mit der Endolymphe dieses Säckchens communicirt. Die gemeinsame häutige Wand, welche die Höhle der Scala tympani von der des Ductus cochlearis scheidet, heisst Membrana basilaris, während die, welche den Duct. cochlearis von der Scala vestibuli trennt, die Membrana vestibularis s. Reissneri darstellt. In der Richtung von innen nach aussen, (d. h. von der durch verdicktes Periost gebildeten Vestibularlefze des freien Randes der Spiralplatte nach der äussern Wand des knöchernen Schneckenkanals) ist noch eine zarte Membran — Membrana tectoria — gezogen, welche die Höhle des Duct. cochlearis in zwei Kammern, eine obere grössere dreieckige und eine untere engere, mehr abgeplattete, scheidet. In letzterer liegt nun der, aus stabförmigen Körpern und verschieden gestalteten, zum Theil Hörhaare tragenden Zellen zusammengesetzte acustische Endapparat — Corti'sches Organ —, mit welchem die Enden der aus dem Modiolus hervordringenden und durch die Lamina spiralis ziehenden Zweige des Schneckenastes des Hörnerven in Verbindung treten. Erzitterungen, in welche die Perilymphe der Scala tympani durch Schallwellen vom runden Fenster her, oder die Perilymphe der Scala vestibuli vom Vorhofe her, oder von den Knochenwänden der Schnecke her versetzt werden, müssen den geschilderten Einrichtungen zu Folge auf die Endolymphe des Ductus cochlearis übertragen werden und hierdurch auf den in letzterm befindlichen acustischen Endapparat und das peripherische Ende des Hörnerven wirken. Auch Schwingungen, in welche die Endolymphe des Sacculus des Vorhofes versetzt wird, müssen auf die Endolymphe des Ductus cochlearis fortgepflanzt werden und so gleichfalls zu dem acustischen Endapparat gelangen.

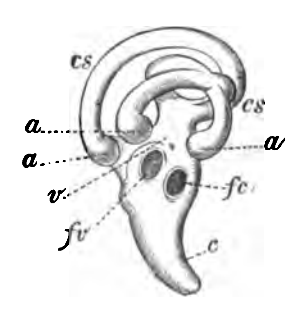



**Fig. 613.** Knöchernes Labyrinth eines Vogels. *cs* Die 3 halbzirkelförmigen Kanäle. *a* Deren Ampullen (*Ampullae osseae*). *v* Vorhof (*Vestibulum*). *fv* Vorhofsfenster (*Fenestra vestibuli s. ovalis*). *c* Schnecke (*Cochlea*). *fc* Schneckenfenster (*Fenestra cochleae s. rotunda*).

Bei den Vögeln (Fig. 613) wiederholt sich im Allgemeinen die für die Säugethiere gültige Anordnung des Labyrinthes. Nur hat die Schnecke eine solche Rückbildung erfahren, dass sie nur noch einen kurzen, kegelförmigen

Anhang des Vorhofes darstellt, der nur mit der Schnecke des Schnabelthieres noch vergleichbar ist. Allein die innere Einrichtung ist noch ganz auf die der Säugethiere zurückführbar. Sie enthält einen Knorpelrahmen, der, einen ovalen Ring bildend, am untern Ende sich verbreitert, sowie pantoffelartig sich aushöhlt und dadurch die Grundlage der sog. Flasche (*Lagena*) abgibt. Eine zwischen den beiden Schenkeln dieses Knorpelrahmens ausgespannte zarte Membran entspricht der Membrana basilaris und eine darüber liegende zweite, etwas faltige und gefässreiche Haut (*Membrana vasculosa* Windischmann) der Membrana tectoria, zwischen welchen die Gebilde liegen, die dem acustischen Endapparat oder dem Corti'schen Organ entsprechen. In Folge dieser Einrichtung sind auch hier in der Schnecke eine Scala tympani u. vestibuli und zwischen beiden ein das Corti'sche Organ bergender Ductus cochlearis unterscheidbar.

Von den beschuppten Amphibien stehen bezüglich des Labyrinthes die Crocodile (Fig. 613) den Vögeln noch am nächsten, so dass alles bei diesen Bemerkte auf sie seine ganze Anwendung findet, während bei den übrigen (Cheloniern, (Fig. 614) Sauriern und Ophidiern) die Schnecke

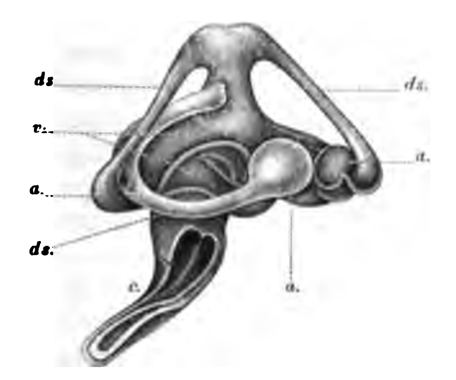



**Fig. 614.** Häutiges Labyrinth von Crocodilus niloticus (nach C. Hasse). *ds* Die 3 Ductus semicirculares. *a* Deren Ampullen. *v* Vorhofsäckchen. *c* Cochlea.

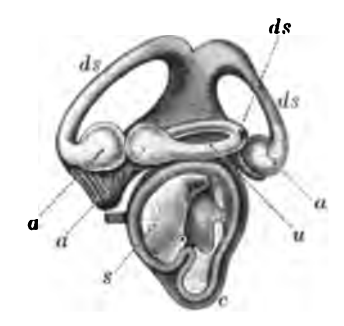



**Fig. 615.** Häutiges Labyrinth von Testudo graeca (nach C. Hasse). *ds* Ductus semicirculares. *a* Die Ampullen derselben. *c* Cochlea. *u* Utriculus. *s* Sacculus.

einer grösseren Reduction anheimfällt, was endlich bei nackten Amphibien soweit geht, dass sie nur noch eine schwache kaum erkennbare Ausbuchtung des Sacculus darstellt.

In noch höherem Maasse gilt dies aber von den Fischen, wo bei den Knochenfischen (Fig. 616) und Selachiern (Fig. 617) die letzten Spuren einer Schnecke sich finden, während die übrigen Labyrinttheile ansehnlich entwickelt sich zeigen. Nur die Cyclostomen unterscheiden sich davon sehr wesentlich, indem nicht allein jede Spur einer Schnecke fehlt, sondern auch der Vorhof vereinfacht und die Zahl der halbzirkel-

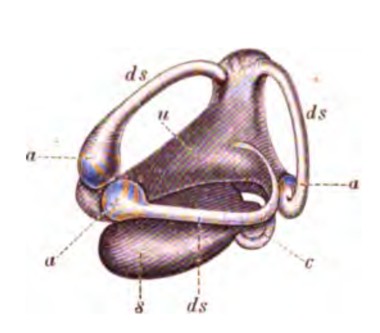



**Fig. 616.** Häutiges Labyrinth von Muræna anguilla (nach Hasse). Bezeichnung die gleiche, wie bei Fig. 615.

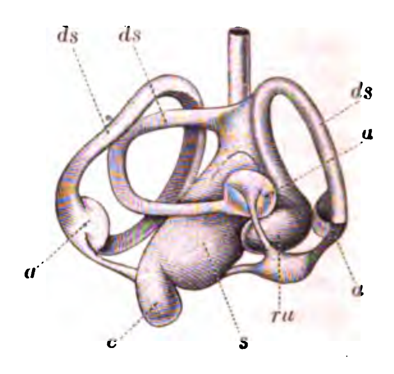



**Fig. 617.** Häutiges Labyrinth von Raja torpedo (nach Hasse). Bezeichnung dieselbe. *ru* Processus utriculi.

förmigen Kanäle sich vermindert hat, indem die Petromyzonten nur zwei und die Myxinoiden gar nur einen halbzirkelförmigen Kanal besitzen, so dass mit dem noch wenig abgegrenzten Vestibulum das ganze Labyrinth hier die Form eines Ringes hat (Fig. 618).




**Fig. 618.** Häutiges Labyrinth von Myxine glutinosa (nach Hasse). *v* Vestibulum. *amp* Ampulla anterior. *amp'* Ampulla posterior. *ds* Ductus semicircularis (ext.).

Bemerkenswerth ist, dass bei Selachiern eine Verlängerung des Labyrinths in Form eines Kanales nach der Mitte des Hinterhauptes sich erstreckt und hier mit einer durch die äussere Haut verschlossenen Oeffnung endigt. Dass hierdurch eine directe Zuleitung der Schallwellen zum Labyrinth ermöglicht ist, unterliegt keinem Zweifel. Nicht weniger bemerkenswerth ist noch eine andere Eigenthümlichkeit bei manchen Knochenfischen, nämlich die Verbindung, in welcher der häutige Vorhof des Labyrinthes mit der Schwimmblase vieler Fische steht. Diese Verbindung kann in einzelnen Fällen (bei Percoïden u. a.) eine fast unmittelbare sein, indem Verlängerungen der Schwimmblase bis zu membranös verschlossenen Lücken des Schädels sich erstrecken, an welche von innen eine Fortsetzung des Vorhofes sich anlegt. In andern Fällen dagegen (Cyprinoïden und Clupeïden) wird die Verbindung durch eine aus 3 Gliedern bestehende Kette verschieden gestalteter Knöchelchen — die sog. Gehörknöchelchen — vermittelt, deren vorderstes mit nach hinten erfolgenden Ausstülpungen des häutigen Vorhofes, — das hinterste mit dem vordern Ende der Schwimmblase vereinigt ist.

Ueber die Bedeutung, welche diese Einrichtung für ihre Besitzer habe, lässt sich bis jetzt noch nichts Bestimmtes feststellen. E. W. Weber, der diese Einrichtung bei den Fischen zuerst genau beschrieb, sah dieselbe als einen Hülfsapparat des Gehörorganes an, während in jüngster Zeit die Richtigkeit dieser Auffassung beanstandet und dafür die Ansicht aufgestellt wurde, nach welcher diese Verbindung des Labyrinthes mit der Schwimmblase einen Apparat darstellt, der den Fischen den Füllungszustand und die Ausdehnung der Schwimmblase zum Bewusstsein bringe, um hiernach den Grad des Steigens oder Fallens zu bemessen und den Druck der auf dem Körper lastenden Wassersäule zu vermindern oder zu vermehren, oder die Luft durch die Mundhöhle entweichen zu lassen. (Hasse, in dessen anat. Studien S. 583).

### b. Mittlerer Theil (*Auris media*) des Gehörapparates der Wirbelthiere.

Die Paukenhöhle zeigt bei den Säugethieren, wenn sie auch im Allgemeinen eine der menschlichen ähnliche Einrichtung hat, doch viele Verschiedenheiten, namentlich hinsichtlich ihrer Grösse, Form und Zusammensetzung. An ihrer Bildung können alle Theile des Schläfenbeins betheiligt sein, doch meistens nur das Os petrosum und tympanicum. Bei manchen Säugethieren: Insectivoren, Beutlern, vielen Edentaten (Myrmecophaga jubata, didactyla, tamandua) nimmt indess auch das hintere Keilbein an der Paukenhöhle Antheil, indem entweder von dessen Körper ein paar Fortsätze sich entwickeln (Paukenflügel, Hyrtl), welche die Lücke zwischen Pars petrosa und tympanica ausfüllen (Erinaceus, Centetes) — oder der hintere untere Winkel des grossen Keilbeinflügels zu einer Knochenblase anschwillt, welche die Paukenhöhle nach vorn und unten vergrössert (Phalangista, Phascolarctos, Perameles, Dasiurus) — oder die Paukenhöhle direkt nach vorn in eine Höhle des Processus pterygoïdeus sich verlängert (Myrmecophaga) — oder der Sinus sphenoïdalis des Keilbeinkörpers mit beiden Paukenhöhlen communicirt (Chrysochloris). Ja das Hinterhauptbein kann in einzelnen Fällen selbst noch an ihrer Bildung betheiligt sein, wie namentlich beim Ameisenbären, dann auch beim Faulthier und Schnabelthier dies gefunden wird.

Eine bedeutende Grösse gewinnt die Paukenhöhle bei vielen Säugethieren dadurch, dass ihre untere, vom Os tympanicum gebildete Wand mehr oder weniger sich ausbuchtet, oder selbst zu einer Knochenblase — Bulla ossea — sich aufbläht, wie dies besonders bei den Carnivoren, Nagern, Cetaceen, Robben, Chiropteren, vielen Pachydermen, den Halbaffen u. a. der Fall ist. Manche, wie viele Wiederkäuer, Einhufer, viele Dickhäuter haben wohl ein stark aufgetriebenes Os tympanicum, aber dasselbe schliesst im Innern mehr oder weniger Zellen ein, so dass, wenn diese auch in die Paukenhöhle einmünden, doch die letztere nicht so geräumig ist, als

man dem äussern Umfang des Os tympanicum nach vermuthen sollte. Ueberhaupt stehen mit der Paukenhöhle bald grössere, bald kleinere Nebenhöhlen in Verbindung.

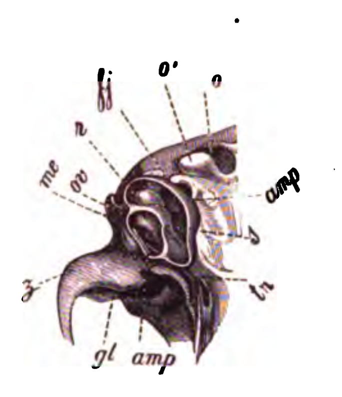



**Fig. 619.** Geöffnete Paukenhöhle der rechten Seite von der **Katze** (*Felis catus domestic*). *me* Aeusserer weiter Zugang zur Paukenhöhle, anstatt des knöchernen äusseren Gehörganges, der hier fehlt. *v* Geöffnete Bulla ossea, welche in *s* ein Septum hat, wodurch die Paukenhöhle in zwei Kammern geschieden wird, die nur am hintern Ende mit einander communiciren. Die kleinere äussere Kammer enthält nach aussen den Zugang vom äussern Gehörgang (*me*) und diesem gegenüber die Fenestra ovalis (*ov*); im vordern Theile befindet sich die Tuba Eustachii (*t.E*), die innere Kammer, welche die grössere ist, enthält im hintern Theile (*r*) die Fenestra rotunda. Hier stehen beide Kammern mit einander in Verbindung. *o* Hinterhauptsloch. *o'* Gelenkfortsatz des Hinterhauptbeines. *fj* Foramen jugular. *z* Processus Zygomaticus des Schläfenbeins. *gl* Gelenkgrube für den Unterkiefer.

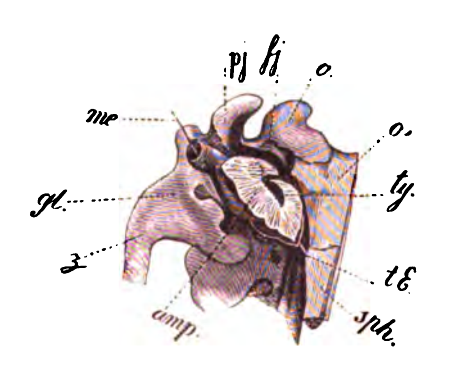



**Fig. 620.** Aeusserer Gehörgang (*me*) und geöffnete Paukenhöhle (*ty*) der rechten Seite vom jungen **Rind** (*Bos taurus*). *me* Knöcherner äusserer Gehörgang, in den eine Sonde eingelegt ist. *b* Bulla ossea, die dickwandig und zellig, daher die Paukenhöhle eng ist. Die Zellen der Wandung münden alle in letztere ein. *t.E* Sonde, welche in die Tuba Eustachii eingeführt ist. *o* Process. condyl. oss. occipitis. *o'* Corpus oss. occip. *pj* Process. jug. oss. occ. *fj* Foramen jugulare. *sph* Körper des hintern Keilbeins. *z* Proc. zygomat. oss. temp. *gl* Gelenkgrube für den Unterkiefer.

Die Bulla ossea, zu welcher der aus dem embryonalen Paukenring hervorgegangene Paukenknochen sich umwandelt, ist besonders gross und eine einfache innen glatte Höhle einschliessend bei den **Nagern** und **Carnivoren**. Bei **Felis** (Fig. 616) ist diese Höhle durch ein Septum in **zwei** mit einander communicirende **Kammern** geschieden, in deren eine (vordere) die Fenestra vestibuli, in die andere die Fenestra cochleae gerichtet ist. Von Letzterer behauptet **Hyrtl** mit Unrecht, dass sie auch in die vordere Kammer gewendet sei. **Lutra** und **Meles** haben eine **mehrfächerige Bulla**, und die kleinen **Mustelaarten** eine kleinzellige. Unter den **Nagern** haben nur die Feldmaus und der Lemming eine kleine Paukenhöhle, da die Wand der Bulla von dicker, schwammiger Beschaffenheit ist. Aehnlich ist es auch bei den meisten **Wiederkäuern**, besonders bei Bos (Fig. 617), Moschus, Camelus, dann bei den **Einhufern** und beim **Schwein** und andern Pachydermen. Bei **Capra**, **Cervus**, **Ovis**, **Lama**, **Giraffe** u. a. dagegen ist die Bulla innen von Zellen frei. Aehnliches auch bei Hyrax unter den **Pachydermen**. Bei den **Chiropteren** ist die Bulla ansehnlich, aber dünnwandig, fast durchsichtig, und bei vielen (Rhinolophus u. a.) nach hinten und unten die Paukenhöhle offen lassend, so dass das Promontorium, das hier eine ganz besondere Grösse hat, zum Theil frei an der Basis cranii sichtbar ist. Bei **Erinaceus** ist der Pau-

kenknochen zwar klein, gleichsam nur ein breiter Trommelfellring, aber die Paukenhöhle dennoch geräumig, da ein Theil des Keilbeins (Körper u. gr. Flügel) an ihrer Bildung Antheil nimmt. Das Faulthier hat eine sehr umfangreiche obere Nebenhöhle, welche die ganze Schläfschuppe einnimmt und selbst in den Jochfortsatz sich ausdehnt. Manis hat noch eine ansehnliche obere Nebenhöhle, die aber in vier strahlige Fächer getheilt ist. Auch die Nager (Fig. 621) haben eine ansehnliche Bulla ossea und eine obere Nebenhöhle, die bei manchen sehr gross ist und selbst bis zum Scheitel (Dipus sagitta, Chinchilla lanigera, jerbosa) sich ausdehnt. Die Fenestra vestibuli und cochleae stehen beim Faulthier dem Trommelfell parallel. Bei Myrmecophaga jubata sieht das Vorhofsfenster in die obere Nebenhöhle. Das Schneckenfenster kann ebenfalls vom Trommelfell aus nicht gesehen werden. — Echidna hat statt eines Paukenknochens nur einen horizontal liegenden Annulus tympanicus. Während die Fenestra vestibuli vom Trommelfell her sichtbar ist, liegt die Fenestra cochleae weit nach hinten, ganz verborgen in einer engen Ausbuchtung der Trommelhöhle, daher auch Hyrtl glaubte, sie fehle ganz. Beim Schnabelthier ist die Paukenhöhle noch kleiner, als bei Echidna und von einem Fortsatze des Hinterhauptbeins überdeckt. Nach vorn von diesem sieht das Vorhofsfenster, nach hinten das Schneckenfenster. — Bei den Cetaceen, besonders den ächten, ist die Bulla ossea ansehnlich gross und muschelförmig eingerollt. Die Fenestra vestibuli steht in einer Ebene, welche mit dem Trommelfell einen rechten Winkel bildet. Die Fenestra cochleae ist vom Trommelfell aus gar nicht sichtbar. Bei den Delphinen stehen, als Vertreter der knöchernen Nebenhöhlen, mehrere divergirend auseinander gerichtete häutige Schläuche mit der Paukenhöhle in Verbindung, die von Breschet für venöse Blutbehälter gehalten wurden (Hyrtl).

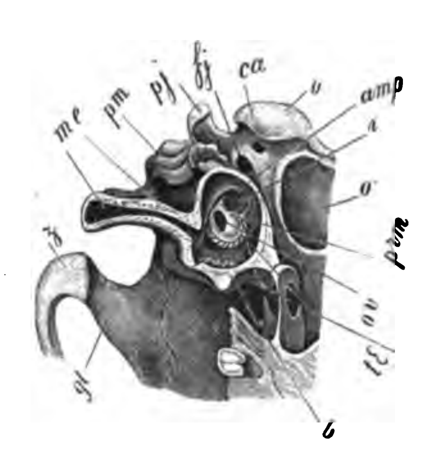



**Fig. 621.** Knöcherner äusserer Gehörgang mit der Paukenhöhle der rechten Seite vom Biber (*Castor fiber*). *me* Aeusserer Gehörgang. *b* Bulla ossea geöffnet und dadurch Einblick in die Paukenhöhle (*Cavum tympani*). *ov* Fenestra ovalis. *r* Fenestra rotunda. *prm* Promontorium. *pm* Processus mastoïd. *pj* Process. jugularis des Os occipitis. *o* Condylus oss. occip. *o'* Grube der untern Seite des Körpers des Hinterhauptbeins. *ca* Foramen condiloïdeum anticum. *fj* Foramen jugulare. *t.E* Tuba Eustachii. *gl* Gelenkgrube für den Gelenkkopf des Unterkiefers. *z* Process. zygomaticus des Schläfenbeins. *Me* Knöcherner äusserer Gehörgang (*Meatus auditor. ext.*).

Das Paukenfell, durch welches die Paukenhöhle nach aussen abgeschlossen wird, steht, wie beim Menschen, mit dem äussersten Glied der Kette der Gehörknöcheln, mit dem Hammer, bei allen Säugethieren in Verbindung und springt meistens nach innen etwas kegelförmig vor. Nur bei den Cetaceen soll es nach Buchanan nach aussen gewölbt sein. Doch beim Narwal fand Hyrtl die Einwärtswölbung vor.

Die Kette der Gehörknöchelchen, welche das Trommelfell mit

dem Labyrinth verbindet, besteht, wie beim Menschen, aus drei Gliedern, dem Hammer, Ambos und Steigbügel, die hinsichtlich ihrer Form und Grösse zwar viele Verschiedenheiten zeigen, aber im Allgemeinen doch Aehnlichkeit mit den menschlichen noch mehr oder weniger erkennen lassen. Mitunter ist ihre Zahl durch ein accessorisches Zwischenstückchen vermehrt, bisweilen aber auch in Folge einer Verwachsung von Hammer und Ambos vermindert, wie dies bei Echidna, Hystrix, Cavia, Hydrochœrus, Bathiergus u. a. gefunden zu werden pflegt.

Ueber die verschiedene Form und Grösse der Gehörknochen sehe man besonders Hyrtl's vortreffliche oben angeführte Schrift nach. Hier sei nur der Formumwandlung gedacht, welche der Steigbügel erleidet, indem die Oeffnung zwischen seinen beiden Schenkeln bei einigen Thieren (Cetaceen, Robben, Bos u. a.) sehr klein wird und bei andern (Schnabelthier, Echidna, Beutelthieren) endlich ganz schwindet und die beiden Schenkel zu einer einfachen Knochensäule verschmelzen, welche offenbar den Uebergang zur Columella der Vögel und Amphibien bildet.

Die Tuba Eustachii ist bei allen Säugethieren, mit vielleicht einziger Ausnahme von Myrmecophaga jubata, wo Hyrtl sie nicht finden konnte, — vorhanden und mündet, trichterförmig sich erweiternd, in die Schlundkopfhöhle. Nur bei den Cetaceen führt sie in einem starken Bogen nach oben in die Nasenhöhle. Bei den Einhufern steht sie mit einem Schleimhautsacke — dem sog. Luftsack, der unter dem Körper des Hinterhauptbeins liegt — in Verbindung.

Vögel und Amphibien zeigen bezüglich des mittleren Ohres sehr auffällige Abänderungen. Die bedeutendste betrifft die Kette der Gehörknochen.

Von den drei Knöchelchen, aus denen diese zusammengesetzt war, fehlen die zwei äusseren (Hammer und Ambos) und ist nur noch der Steigbügel davon übrig, dessen Form indess sich verändert hat. Seine das Vorhofsfenster füllende Platte trägt statt der zwei Schenkel (wozu übrigens schon bei den Säugethieren Uebergänge sich fanden) nur einen einfachen Knochenstab, ein Knochensäulchen, dessen äusseres Ende statt mittelbar (durch Ambos und Hammer), nun unmittelbar mit dem Trommelfell in Verbindung steht, so dass die Leitung der Schallwellen vom letztern zum Vorhof nicht mehr durch eine knöcherne Gliederkette, sondern durch einen ungetheilten Knochenstab — die sog. Columella — vermittelt wird.

Die beiden äussern Gehörknöchelchen, der Hammer und Ambos, sind übrigens nicht dem Untergang anheimgefallen, sondern haben nur die Beziehung ihrer Leistung zur Gehörfunktion abgelegt und sind dem Antlitzskelet, dem sie beide entlehnt wurden, wieder zurückgegeben worden. Der eine dieser Knochen, der Ambos, bildet nun das den Vögeln und Amphibien eigene Os quadratum, der andere, der Hammer, wird zu dem durch Gelenk mit

dem Quadratum verbundenen Articulare des Unterkiefers. Die Abstammung des Hammers aus dem obersten Theil des primitiven Unterkieferknorpels verräth sich bei den Säugethieren und dem Menschen in der Fœtalperiode noch durch einen zur Innenseite des Unterkiefers abgehenden Knorpelfortsatz — sog. Meckel'scher Fortsatz —, der später allerdings schwindet und von dem nur sein in der Paukenhöhle liegender Theil als Processus longus mallei noch im jugendlichen Alter sich erhält, bis endlich im spätern Lebensalter auch dieser un tergeht.

Auch die Paukenhöhle zeigt namentlich bei den Amphibien grosse Verschiedenheiten, je nachdem die Thiere unter Verhältnissen leben, unter denen sie der Zuleitung der Schallwellen aus der Luft entbehren können oder nicht. So fehlt den auf der Erde kriechenden Schlangen und vielen schlangenähnlichen Sauriern (z. B. Amphisbæna), sowie den in der Erde oder im Wasser lebenden nackten Amphibien (Salamandrinen u. a.) die Paukenhöhle mit der Columella, also der Theil des Apparates, der nur auf die Leitung derjenigen Schallwellen berechnet ist, welche durch die Luft dem Körper zugeführt werden. Bei den Schlangen findet sich zwar eine Columella vor, aber sie ist ganz in die Muskeln vergraben. Indess die das ovale Fenster ausfüllende Platte ist unter allen Umständen stets vorhanden, wenn auch von der Paukenhöhle und dem übrigen Theil der Columella keine Spur vorhanden ist. Sie stellt dann das die Fenestra vestibuli verschliessende Operculum dar.

Die ungeschwänzten Batrachier, welche die Schallwellen nur aus der Luft empfangen, besitzen dagegen Paukenhöhle mit Columella und Trommelfell. Letzteres liegt meistens an der Oberfläche des Kopfes und wird von einer verdünnten Platte der äussern Haut überzogen. Bei manchen geht jedoch die letztere unverändert über dasselbe hinweg, so dass es seine Lage dem äussern Anblick mehr verbirgt. Nur bei Eidechsen liegt es in einer von der Bedeckung gebildeten Grube, die bei den Krokodilen selbst eine so ansehnliche Tiefe erlangt, dass man hier von einem Rudiment eines äussern Gehörganges sprechen kann. Den Chamæleonten fehlt das Trommelfell, während die Paukenhöhle und die Ausmündung in die Rachenhöhle vorhanden ist.

Was die Tuben anbelangt, so zeigen sie bei Vögeln und Krokodilen und unter den nackten Amphibien bei Pipa das Besondere, dass ihre Rachenenden zu einem gemeinsamen Kanale verbunden sind.

Wenn schon bei den Amphibien, namentlich solchen, bei welchen die Leitung der Schallwellen mehr schon durch den Körper vermittelt wurde, eine dem völligen Untergange nahestehende Reduction des Schallleitungsapparates wahrgenommen werden konnte, — so fällt bei den Fischen, bei welchen die Leitung der nur aus dem Wasser kommenden Schallwellen zum Labyrinth durch den Körper erfolgt, auch jede Spur eines Apparates weg,

dessen Bestimmung bei den übrigen Wirbelthieren ausschliesslich in der Leitung der aus der Luft kommenden Schallwellen bestand. — Die Paukenhöhle, welche bei höheren Thieren aus einer Metamorphose der vorderen Kiemenspalte hervor sich bildete, löst sich bei den Fischen zu dieser wieder auf, und die Columella, welche aus dem oberen Theil des zweiten Kiemenbogens der Fische, aus dem s. g. Hyomandibulare, entlehnt wurde, kehrt nun auch zu ihrer ursprünglichen Scelctbestimmung zurück.

### c. Aeusserer Theil des Gehörapparates (*Auris externa*).

Es wird vom äussern Ohre und dem äussern Gehörgange gebildet. Das äussere Ohr stellt eine über einen im Allgemeinen löffelförmig gestalteten elastischen Knorpel straff ausgespannte Hautausbreitung dar, darauf berechnet, die Schallwellen aus der Luft aufzufangen und dem Gehörgange zuzuleiten. Um diese Aufgabe ihm zu erleichtern, ist es viel beweglicher, und mit mehr und stärkeren Muskeln ausgerüstet, als beim Menschen, durch welche es in die zum Auffangen der Schallwellen jeweils günstige Stellung gebracht wird. Wo, wie beim Menschen, diese Muskeln weniger ausgebildet sind, und das Ohr mehr ausnahmsweise willkürlich bewegt wird, wird die zum bessern Hören günstige Stellung durch die Bewegung des Kopfes erlangt. Während hinsichtlich seiner Form mehr Gleichförmigkeit wahrzunehmen ist und nur das der Affen dem menschlichen ähnlich ist, zeigt es in Betreff seiner Grösse viel Verschiedenheiten.

Wo die Thiere ausschliesslich oder vorzugsweise im Wasser oder in der Erde leben und sonach aus der Luft selten Schallwellen zugeführt bekommen, ist auch das äussere Ohr sehr verkümmert oder fehlt ganz, wie die Cetaceen, die meisten Robben, das Schnabelthier, der Maulwurf u. a. Beispiele abgeben. Um beim Untertauchen unter das Wasser den Eintritt des letztern in den Gehörgang zu verhindern, finden sich, wo dieser nicht durch grosse Enge und Länge das Eindringen des Wassers schon erschwert, besondere Vorrichtungen vor, wodurch sein Eingang klappenartig verschlossen werden kann. So kann bei Sorex das äussere Ohr durch seine Muskeln so zusammengelegt und eingezogen werden, dass der Gehörgang von aussen ganz abgeschlossen ist.

Klein ist das äussere Ohr auch beim Faulthier, bei Otaria u. a.; relativ sehr gross ist es bei den Chiropteren, besonders den insectivoren, die, im Dunkel des Abends ihre Nahrung suchend, mittelst ihres geschärften Gehörs die Insekten im Fluge erhaschen. Das absolut grösste äussere Ohr besitzt der afrikanische Elephant. — Der sonst einfache Ohrknorpel zerfällt bei vielen Säugethieren in drei verschiedene Stücke. Ueber diese und die zahlreichen 18—28 Muskeln des äusseren Ohres, vergl. Gurlt

vergl. Anatomie der Haussäugethiere, Th. 1 und Hannover, de cartilaginibus, musculis, nervis auris externae. Hafniae 1830.

Der äussere Gehörgang, der in einer Vertiefung des äusseren Ohres beginnt und nach innen am Trommelfell endigt, zeigt viele Verschiedenheiten hinsichtlich seiner Länge, Weite und seines Verlaufes. Die Länge ist zum Theil abhängig von der Anwesenheit oder dem Mangel eines knöchernen äussern Gehörganges. Die Affen der alten Welt, die Wiederkäuer (Fig. 622), Einhufer, Pachydermen, einige Nager (Castor [Fig. 623], Lepus, Hydrochœrus), einige Carnivoren (Canis, Lutra, Meles) besitzen einen knöchernen Gehörgang, während er den Affen der neuen Welt, den Halbaffen, Chiropteren, Edentaten, Monotremen, den meisten Carnivoren (Fig. 624) und Nagern u. a. entweder ganz mangelt, oder doch nur sehr kurz ist und hier nur eine knorpelig-häutige Wandung besitzt. Sehr eng ist der Gehörgang unter den Nagern bei Hydrochœrus, Castor (Fig. 623), unter den Pachydermen beim Schwein, und ganz besonders eng ist er bei den Cetaceen, wo er kaum noch Schallwellen von aussen nach innen durchzuleiten im Stande zu sein scheint. Doch erweitert er sich gegen das Trommelfell hin sehr bedeutend. Bei Ovis, Capra u. Antilope ist der knöcherne Gehörgang fast ganz vom Os tympanicum gebil-

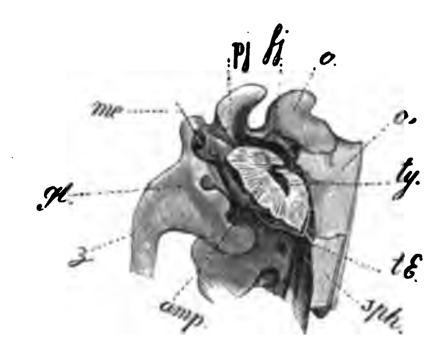



**Fig. 622.** Aeusserer Gehörgang (*me*) und geöffnete Paukenhöhle (*ty*) der rechten Seite vom jungen Rind (*Bos taurus*). *me* Knöcherner äusserer Gehörgang, in den eine Sonde eingelegt ist. *b* Bulla ossea, die dickwandig und zellig, daher die Paukenhöhle eng ist. Die Zellen der Wandung münden alle in letztere ein. *t.E* Sonde, welche in die Tuba Eustachii eingeführt ist. *o* Process. condyl. oss. occipitis. *o'* Corpus oss. occip. *pj* Process. jug. oss. occ. *fj* Foramen jugulare. *sph* Körper des hintern Keilbeins. *z* Proc. zygomat. oss. temp. *gl* Gelenkgrube für den Unterkiefer.

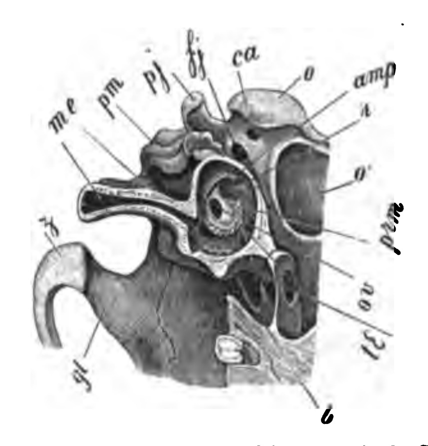



**Fig. 623.** Knöcherner äusserer Gehörgang mit der Paukenhöhle der rechten Seite vom Biber (*Castor fiber*). *me* Aeusserer Gehörgang. *b* Bulla ossea geöffnet und dadurch Einblick in die Paukenhöhle (*Cavum tympani*). *ov* Fenestra ovalis. *r* Fenestra rotunda. *prm* Promontorium. *pm* Processus mastoïd. *pj* Process. jugularis des Os occipitis. *o* Condylus oss. occip. *o'* Grube der untern Seite des Körpers des Hinterhauptbeins. *ca* Foramen condyloïdeum anticum. *fj* Foramen jugulare. *t.E* Tuba Eustachii. *gl* Gelenkgrube für den Gelenkkopf des Unterkiefers. *z* Process. zygomaticus des Schläfenbeins. *me* Knöcherner äusserer Gehörgang (*Meatus auditor. ext.*).

det; bei andern Gattungen nimmt von oben her noch die Schuppe Theil. Bei ersteren soll er einwärts seine obere Wand verlieren und dadurch eine dreieckige Oeffnung erhalten, welche, in den obern Sinus der Paukenhöhle, über den Gehörknöchelchen, führend, von der häutigen Auskleidung des Ganges überdeckt werde. Hyrtl glaubt, dass durch diese Stelle Schallwellen in die Paukenhöhle gelangen könnten, ohne das Trommelfell berührt zu haben. Bei Dipus jerbosa ist der knöcherne Gehörgang so erweitert, dass er eine Art Bulla ossea darstellt. Ueber dem eigentlichen Trommelfelle findet sich, Hyrtl zu Folge, noch ein zweites accessorisches Trommelfell vor, welches eine Oeffnung verschliesst, die, wie im vorher erwähnten Falle, in die obere Nebenhöhle führt.

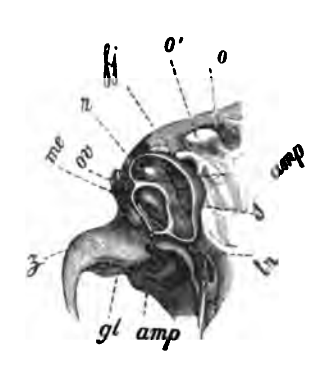



**Fig. 624.** Geöffnete Paukenhöhle der rechten Seite von der Katze (*Felis catus domestic.*). *me* Aeusserer weiter Zugang zur Paukenhöhle, anstatt des knöchernen äusseren Gehörganges, der hier fehlt. *v* Geöffnete Bulla ossea, welche in *s* ein Septum hat, wodurch die Paukenhöhle in zwei Kammern geschieden wird, die nur am hintern Ende mit einander communiciren. Die kleinere äussere Kammer enthält nach aussen den Zugang vom äussern Gehörgang (*me*) und diesem gegenüber die Fenestra ovalis (*or*); im vordern Theile befindet sich die Tuba Eustachii (*t.E*), die innere Kammer, welche die grössere ist, enthält im hintern Theile (*r*) die Fenestra rotunda. Hier stehen beide Kammern mit einander in Verbindung. *o* Hinterhauptsloch. *o'* Gelenkfortsatz des Hinterhauptbeines. *fj* Foramen jugulare. *z* Processus zygomaticus des Schläfenbeins. *gl* Gelenkgrube für den Unterkiefer.

Bei den Vögeln fehlt das äussere Ohr ganz allgemein. An der Stelle desselben findet man nur die mit Federn umstellte Oeffnung des kurzen und weiten äussern Gehörganges. Nur bei den Eulen erhebt sich um dieselbe eine Hautfalte, die eine Art äusseres Ohr repräsentirt. Bei der Kürze und Weite des äussern Gehörganges, der Beweglichkeit des Kopfes und der Lebensweise auf Höhen, wodurch die Zuleitung der Schallwellen auf weniger Hindernisse stösst, bedurfte es der vollkommenen Einrichtungen nicht mehr, deren die Säugethiere und der Mensch bezüglich der Auffangung der Schallwellen sich erfreuen können.

Bei den Amphibien kommt nicht allein das äussere Ohr, sondern auch der Gehörgang gänzlich in Wegfall. Das Trommelfell liegt, wie schon oben bemerkt wurde, ganz an der Oberfläche des Kopfes. Nur bei den Eidechsen ist häufig ein rudimentärer Gehörgang in Form einer Grube vorhanden, deren Grund vom Trommelfell gebildet wird. Und beim Crocodil, wo diese noch grösser ist, kann sie selbst durch eine Art Klappe gegen den Zutritt von Wasser verschlossen werden, was mit dem häufigen Aufenthalt des Thieres im Wasser ähnlich in Beziehung steht.

wie die unter den Säugethieren (bei Sorex) vorkommende verwandte Einrichtung.

### 2. Gehörapparat der wirbellosen Thiere.

Wenn es auch nicht bezweifelt werden kann, dass diejenigen Wirbellosen, denen ein Nervensystem abgeht, auch dieses Sinnesorganes entbehren werden und selbst manche von denen, die ein Nervensystem besitzen, dennoch für Schalleindrücke unempfänglich und sonach taub sind, da sie durch andere Mittel, wie etwa durch das Gefühl u. dgl., sich die nöthige Kunde über den Zustand der sie umgebenden Aussenwelt verschaffen, — so ist doch sicherlich ein Gehörapparat, wenn auch noch so einfach eingerichtet, unter den Wirbellosen weiter verbreitet, als man bis jetzt kennt. Vielleicht wird man ihn bei manchen gar nicht auffinden können, wenn er etwa blos aus einem Hörnerven besteht, der ohne Gehörblase unter irgend einer sonst geeigneten Hautstelle des Körpers sich verbreitet. Wie das Sehorgan, hat auch der Gehörapparat bei den Wirbellosen nicht ausschliesslich am Kopfe, wie bei den Wirbelthieren, seinen Sitz, sondern jeder andere Körpertheil kann auch seinen Träger abgeben. Bei manchen Wirbellosen hat man dieses Organ, ungeachtet sorgsamer Nachforschung, desshalb lange übersehen, weil man es nur am Kopfe glaubte finden zu können.

Wenn man bezüglich des Vorkommens eines Gehörorganes bei vielen Wirbellosen auch noch in Zweifel sein kann, so kann man jedenfalls das als sicher annehmen, dass mindestens solche Wirbellose, welche in irgend welcher Weise Töne oder Geräusche erzeugen können, auch Organe zur Wahrnehmung derselben besitzen müssen. Denn wozu Stimmwerkzeuge, wenn die Stimme nicht gehört werden kann? Allein stimmlose Geschöpfe brauchen desshalb nicht der Gehörwerkzeuge zu entbehren, da wir bei Wirbelthieren schon sahen, dass auch stimmlose, wie die Cetaceen und Fische, dennoch sehr wohl eines Gehörapparates sich erfreuen durften.

Wo man bis jetzt bei den Wirbellosen ein Gehörorgan gefunden hat, ist dasselbe durchweg einfacher, als bei den Wirbelthieren. Der dem Labyrinth der letzteren entsprechende Theil ist, indem Schnecken- und Bogengänge fehlen, blos auf ein, dem Vorhof homologes häutiges Bläschen reducirt, welches das peripherische Ende des Hörnerven trägt, mit heller Flüssigkeit gefüllt ist und die, auch bei den Wirbelthieren allgemein vorhandenen Ohrsteinchen *(Otolithi)* enthält.

Besondere Leitungsapparate finden sich, wie bei den Wirbelthieren, nur in den Fällen vor, wo die Schallwellen aus der Luft zugeleitet werden, während bei den andern sie ebensowohl fehlen, als dies auch bei den im Wasser oder in der Erde u. dgl. lebenden Wirbelthieren der Fall war.

Das einfache Gehörbläschen, das bei Würmern und Mollusken das Gehörorgan darstellt, sitzt entweder auf dem Ende eines gesonderten Hörnerven, oder unmittelbar auf dem Nervencentrum (dem untern Schlundganglion) auf. Die Innenfläche trägt immer ein Epithel, dessen Zellen eine sehr verschiedene Form haben können, aber am freien Ende immer Cilia tragen, also Flimmerzellen sind.

In manchen Fällen stehen zwischen diesen Flimmerzellen noch andere meistens etwas grössere, welche längere, cilienähnliche, indess mehr steife. oft dicke borstenartige Gebilde tragen, die bald einzeln, bald büschelförmig die andern Cilien überragen und in die Höhle des Bläschens, gegen den Otolithen gerichtet sind. Sie heissen die Gehörhaare und haben offenbar die Bestimmung, die Erzitterungen, in welche die das Bläschen erfüllende Flüssigkeit und der darin enthaltene Otolith durch die zugetragenen Schallwellen versetzt wird, auf das peripherische Ende des Hörnerven fortzuleiten, um dadurch diesen intensiver zu erregen.

Bei den Cephalopoden ist das Gehörbläschen, das eine birnförmige Gestalt hat, in eine Knorpelhöhle am hintern Theile des Kopfknorpels eingelegt, die sich zu ihm ähnlich verhält, als das knöcherne Labyrinth der Wirbelthiere zu dem eingeschlossenen häutigen, indem nämlich das Bläschen die Höhle nicht vollständig erfüllt und der bleibende Zwischenraum mit einer, dasselbe äusserlich bespülenden Flüssigkeit (Perilymphe) eingenommen ist.

Das Gehörorgan der Crustaceen, namentlich der höheren Formen, der Decapoden, — bei denen es am Basalgliede des innern Fühlers liegt, — zeigt eine abweichende Form, indem es, statt einer geschlossenen, eine nach aussen offene Blase darstellt, die keinen Otolith einschliesst, dieser vielmehr durch von aussen eindringende feine Sandkörnchen u. dgl. vertreten wird. Wenn man indess in Erwägung zieht, dass das primitive Gehörbläschen der Wirbelthiere aus einer Einstülpung der äussern Haut hervor sich bildet und demnach auch das geschlossene Gehörbläschen der Wirbellosen wohl einen gleichen Ursprung hat, so lässt sich die offene Gehörblase der Decapoden als eine dem ursprünglichen Zustande noch näher stehende Form ansehen.

Unter den luftathmenden Arthropoden sind es nur wenige, bei denen bis jetzt Gehörapparate dargelegt werden konnten, nämlich bei den, auch mit Stimmwerkzeugen versehenen Orthopteren, namentlich bei den Acridiern, Locustinen und Achetiden; dann wurden auch noch bei Dipteren und Käfern ähnliche Bildungen, die man für Hörorgane wohl ansprechen darf, vorgefunden (Leydig).

Bei den Locustinen findet sich das Gehörorgan in dem Schienbein

des Vorderfusses (Fig. 625 *A*), und bei den Acridiern ist es im Metathorax, jederseits über der Basis des dritten Fusspaares gelagert.

Bei Locustinen zeigt es folgende Anordnung. Der schallpercipirende Theil des Organs wird von eigenthümlichen, stäbchenförmigen Gebilden (Fig. 625 *B*, *au*) dargestellt, welche dem, zu einem länglich-bandförmigen Ganglion (*gl*) angeschwollenen und aus dem ersten Brustganglion entspringenden Hörnerven (*n*) aufsitzen, in einer Reihe quer über einander stehen (*au*) und je von einem Wasserbläschen umschlossen sind (Fig. 625 *C*). Dieser percipirende Apparat liegt in einer leichten Aushöhlung eines blasig erweiterten Tracheenstammes und wird an der entgegengesetzten Seite vom Trommelfell, das im Grunde des länglichen Spaltes des Schienbeines liegt (Fig. 625 *A*), nach aussen überlagert. Der Hörnerv mit seinen acustischen Endgebilden liegt also zwischen dem Trommelfell und der Tracheenblase. Da das erstere sowohl, als die Wandung der letzteren schwingungsfähige Flächen darstellen, so werden Schallwellen, welche sowohl jenes von aussen direct treffen, als auch solche, welche auf diese gelangen, den schallpercipirenden Endgebilden des Hörnerven zugeführt. Das Gehörorgan bei den Achetiden und Acridiern ist nach gleichem Plane angelegt.

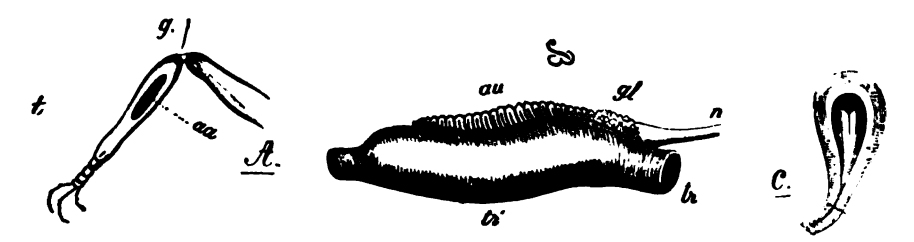



Fig. 625. Gehörorgan von Locusta viridissima. *A*. Aeussere spaltförmige Gehörsöffnung im Schienbein (*t*) des Vorderfusses, in deren Grunde die den Spalt verschliessende Trommelhaut liegt. — *B*. Der unter der Trommelhaut befindliche Theil des Gehörapparates (nach Siebold). *tr* Grosse Tracheenröhre, welche, vom Oberschenkel in die Tibia eintretend, in letzterer zu einer länglichen Blase sich erweitert und an der gegen das Trommelfell gekehrten Seite, in einer länglichen Vertiefung, den acustischen Endapparat des Hörnerven trägt. *n* Hörnerv (*N. acusticus*). *gl* Ganglion acusticum. *au* Acustischer Endapparat, von einer bandförmigen Fortsetzung des Ganglion acusticum getragen. Er besteht aus den Gehörstäbchen, den peripherischen Endgebilden des Hörnerven, welche in länglichen Bläschen liegen, die mit ihren dünnen Stielen in die Nervenfasern des Ganglion acusticum übergehen. — *C*. Ein einzelnes solches Endbläschen, mit dem innen liegenden Gehörstäbchen (nach Leydig).

Bei Arachniden und Myriapoden hat man bis jetzt keine Gehörorgane auffinden können. Ebenso entbehren auch, wie es scheint, die Echinodermen, dann die niedern Formen der Cœlenteraten und endlich die Protozoën dieser Organe.

### 3. Riechapparat.

v. Baer, Ueber die Geruchsorgane der Delphine, in Isis 1826. S. 84. Taf. V. — Derselbe, Die Muscheln der Säugethiere, in Isis 1831. Taf. VII. — Born, Ueber die

Nasenhöhlen und den Thränennasengang der Amphibien, im morpholog. Jahrbuch. Bd. II. S. 577. Nebst 3 Tafelabbildungen. — C. G. Carus, Erläuterungstafeln z. vergl. Anat. Heft 9. — Cuvier, Vorlesungen über vergl. Anat. Bd. 2. S. 614. — Derselbe, in den Annales du Muséum d'histoire nat. Vol. 18. 1811. pag. 412. — Erichsons, Dissertatio de antennarum fabrica et usu in Insectis. — Gegenbaur, Ueber die Nasenmuscheln der Vögel, in Jen. Zeitschr. Bd. 7. — Harwood, Systeme d. vergl. Anatomie. Uebers. von Wiedemann, Berlin 1799. — Jobert, Sur les glands nasales des oiseaux, in ann. d. sc. n. 5me Ser. T. 11. — Kölliker, Das Geruchsorgan von Amphioxus, in Müller's Archiv 1843. S. 32. Leydig, Lehrbuch der Histologie. S. 215. — J. Müller, Anatomie der Myxinoïden. Taf. 4. — Derselbe, Ueber die Nasendrüse der Schlangen, in Meckel's Archiv 1829. S. 70. — Nitzsch, Ueber die Nasendrüsen der Vögel, in Meckel's Archiv f. Physiol. 1820. S. 234. — Reiffsteck, De structura org. olfactus mammal. nonnullor. Tüb. 1823 (Diss.). — A. Scarpa, Anatom. disquisitiones de auditu et olfactu. Ticini 1789. — Stannius, Vergl. Anatomie der Wirbelthiere. Berlin 1846. 2. Auflage 1854—56 (Fische und Amphibien). — R. Wagner, Icones zootomicae. Lipsiae 1841. —

V. Carus, Icones zootomicae. Lipsiae 1857. — Lemoine, Les organes de l'odorat, in ann. d. sc. nat. 5me Ser. T. 9. p. 168. — Leydig, Ueber Geruchs- und Gehörorgane der Krebse und Insekten, in Müller's Archiv f. Anat. 1860. S. 265. — Derselbe, Lehrbuch der Histologie. S. 219. — v. Siebold, Vergl. Anatomie der wirbellosen Thiere. Berlin 1848.

### 1. Riechorgan *(Organon olfactus)* der Wirbelthiere.

Durch den Riechsinn verschaffen sich die Thiere Kenntniss von der Beschaffenheit des Mediums, worin sie leben, von den Beimischungen, welche dieses enthält. Dadurch wird er zum besonderen Führer für das Aufsuchen der Nahrungsmittel, das Wittern des verfolgenden Feindes und das Auffinden des andern Geschlechtes. Daher auch während der Brunstzeit bei den Thieren zur Erleichterung dieses Auffindens viele starkriechende Absonderungen auftreten, oder doch in verstärktem Maasse erscheinen.

Den Sitz des Riechsinns bildet bei den luftathmenden Wirbelthieren die Nasenhöhle (*Cavum nasi*), welche über der Mundhöhle den mittleren Theil des Antlitzes einnimmt. Bei den wasserathmenden sind es dagegen nur Gruben (Riechgruben), die über der Schnauze zu liegen pflegen. Indess ist nicht die ganze Nasenhöhle Riechorgan; sie ist auch noch Durchgangshöhle für die Respirationsluft und Prüfungsorgan für etwaige schädliche, ungeeignete thermische, chemische u. a. dgl. Qualitäten der durchziehenden Einathmungsluft. Daher hat sie ausser einer äussern vordern Eingangsöffnung auch noch eine innere, beziehungsweise hintere, nach der Athmungshöhle führende Ausgangsöffnung, und ist ihre gefäss- und nervenreiche, schleimhäutige Auskleidung nicht blos die Trägerin der Endausbreitung des spezifischen Sinnesnerven — Riechnerven (*N. olfactorius*) — und seiner zellen- und stäbchenförmigen Endgebilde — Riechzellen, Riechstäbchen —, sondern auch noch der Zweige eines Theils des allgemeinen Gefühlsnerven des Kopfes, des N. trigeminus. Die Ausbreitung des Riechnerven (*Regio olfactoria*) nimmt den obern

hintern Theil, der Trigeminus (*Regio respiratoria*) den übrigen der Nasenhöhle ein.

Die Höhle ist ganz allgemein durch eine Scheidewand (*Septum nasi*) in zwei Seitenhälften geschieden, daher sie doppelte Ein- und Ausgänge hat, von denen die ersteren die Nasenlöcher (*Nares*), die letzteren die Choanae darstellen.

Um die, die Nasenhöhle passirende Einathmungsluft möglichst mit der ihre Qualität prüfenden Schleimhaut in Berührung treten zu lassen, springen von ihrer Seitenwand muschelförmig gekrümmte Wulste — die sog. Nasenmuscheln (*Conchae narium*) — derart in die Höhle hervor, dass letztere so verengt wird, dass die Einathmungsluft nur in mehr oder weniger dünnen Schichten durchziehen kann. Beim Menschen trägt jede Nasenhälfte drei solcher Muscheln, eine obere, mittlere und untere. Bei den Wirbelthieren erleidet dieses Verhältniss, wie auch ihre Lage und Form mancherlei Abänderungen.

Die vom Siebbein gebildeten und der mittleren und obern des Menschen entsprechenden Muscheln verhalten sich schon bei Säugethieren im Allgemeinen anders, als bei diesem. Da die Siebplatte (*Lamina cribosa*) und der, die Riechfläche (*Regio olfactoria*) tragende Theil des Siebbeinlabyrinthes nicht, wie beim Menschen, den obersten Abschnitt der Nasenhöhle, sondern den hintersten derselben darstellt, — so haben auch die Muscheln eine dem entsprechende, veränderte Lage und Form erhalten müssen.

Die Nasenfläche des Siebbeinlabyrinthes ist, — statt, wie beim Menschen, durch einen Einschnitt (den obern Nasengang) in zwei Wülste (die mittlere und obere Nasenmuschel) getrennt zu sein — hier vielfach eingeschnitten und dadurch in eine grössere Anzahl schmaler Wülste getrennt, die nach vorn und unten gerichtet sind und von welchen der oberste am längsten ist, während die andern stufenweise an Länge abnehmen, bis der unterste zugleich der kürzeste ist (Fig. 626). Der oberste, längste, ansehnlichste, muschelartige Wulst liegt unter dem, vom Stirn- und Nasenbein gebildeten Nasenrücken, zieht sich mehr oder weniger weit nach vorn und lagert sich, je weiter er nach vorn sich verlängert, um so mehr über die untere Nasenmuschel, welcher derselbe bei einzelnen Thieren, z. B. bei den Einhufern in Form und Grösse selbst ganz gleich kommen kann. Dieser oberste Muschelwulst ist indess nicht der obern Nasenmuschel des Menschen, sondern der mittleren desselben homolog, während die übrigen schmäleren und kürzeren Wülste zusammen der oberen menschlichen Nasenmuschel entsprechen und auch, gleich dieser, die Träger der Riechnervenausbreitung sind.

Der diese zahlreichen kleinen Muscheln bergende Theil der Nasenhöhle ist bei den meisten Säugethieren mehr oder weniger durch eine, vom vordern Keilbeinkörper ausgehende Verlängerung der Art nach unten abgegrenzt und blind abgeschlossen, dass die Riechstätte vom Schlunde her, also für die Ausathmungsluft, unzugänglich ist. Dieser hintere Theil der Nasenhöhle zerfällt

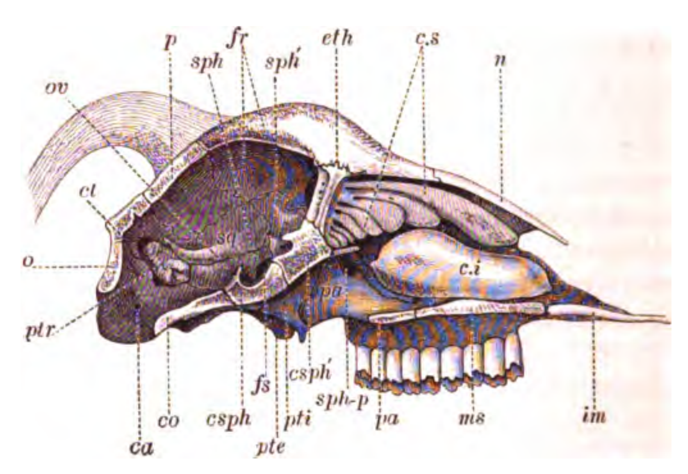



**Fig. 626.** Senkrechter Längsdurchschnitt des Kopfes vom Schaf (*Ovis*). *o* Os occipitale. *co* Körper desselben. *ca* For. condyloïdeum anterius. *sph* Hinteres Keilbein (*Os sphenoïdeum posterius*). *csph* Körper desselben. *ov* Foram. ovale. *fs* Fissura orbit. sup., mit dem Foram. rot. zusammengeflossen. *sph'* Vorderes Keilbein (*Os sphenoïdeum ant.*). *csph'* Körper desselben. *sq* Schuppe (*Pars squamosa*) des Schläfenbeins. *ptr* Os petrosum. *ct* Canalis temporalis. *p* Os parietale. *fr* Os frontale. *eth* Os ethmoïdeum. *c.s* Obere Nasenmuschel (*Concha sup.*). *c.i* Concha inf. *n* Os nasale. *ms* Os maxillare sup. *im* Os intermaxillare. *pa* Os palatinum. *pti* Os pterygoïdeum internum. *sph-p* Foramen sphenopalatinum.

dadurch in zwei übereinander liegende Abschnitte, wovon der untere, oft (z. B. beim Schwein u. a.) kanalförmig in die Länge gezogen, zur hintern Nasenöffnung (*Choana*) und durch diese zum Schlundkopf führt, während der obere eine nach hinten blind geschlossene Höhlung, gleichsam eine Sackgasse, darstellt, in welche nur von vorn der Zugang besteht, also auch nur Einathmungsluft zugeführt werden kann. Der Strom der Ausathmungsluft, welche durch die hintere Nasenöffnung, vom Schlundkopfe her, in die Nasenhöhle eintritt, wird, ohne mit der Riechstätte in Berührung zu kommen, durch den untern Theil der Nasenhöhle geleitet und nach vorn entlassen. Es sind dies Einrichtungen, deren Zweck beim Menschen durch die Stellung der vordern und hintern Nasenöffnungen und die Form und Befestigungsweise der untern Nasenmuschel erreicht wurde.

Von den Nasengängen entspricht wohl der untere und mittlere den gleichnamigen des Menschen, dagegen der obere, unter dem Nasendache liegende, ist, statt dem obern des Menschen, vielmehr dem Wege homolog, den die Einathmungsluft bei Letzterem vor den Siebbeinmuscheln und hinter dem Nasenrücken nach oben zur Riechstätte nimmt. Dem obern menschlichen Nasengang entsprechen nur die zahlreichen engen Spalten, welche die schmalen muschelartigen Wülste von einander scheiden.

Bei carnivoren Thieren, die durch grosse Schärfe des Geruchs besonders sich auszeichnen, ist die Nasenseite des Siebbeinlabyrinthes noch vielfältiger in blättchenförmige Wülste zerspalten und deren Zwischenräume, die dem obern Nasengang der Menschen homolog sind, sind noch enger, als bei Pflanzenfressern (Wiederkäuern, Einhufern u. a.).

Grosse Verschiedenheiten zeigt indess bei den Säugethieren die untere Nasenmuschel. Bei Pflanzenfressern ist sie zwar meistens einfacher, als

bei carnivoren Thieren, aber dennoch nicht so einfach, als beim Menschen. Nur bei den Affen der alten Welt, besonders den dem Menschen am nächsten stehenden, hat sie eine der menschlichen ähnliche Form, während sie bei den Affen der neuen Welt schon mehrfach eingespalten erscheint und dadurch der untern Muschel der andern Säugethiere näher sich stellt. Bei Wiederkäuern, Einhufern u. a. theilt sich die untere Muschel in zwei nach entgegengesetzter Richtung sich umrollende Blätter. Bei den grossen Katzenarten, wie Felis leo, tigris, hat sie auch eine ähnliche eingerollte Form; nur sind die Einrollungen zahlreicher. Bei Felis catus dagegen und allen andern Carnivoren, sowie bei den Robben (Fig. 627) ist sie in zahlreiche baumartig verästelte Blätter getheilt, deren Zwischenräume sehr eng sind. Es steht indess diese Einrichtung nicht, wie bei der obern Muschel, mit der Schärfung des Geruchsinns, sondern mit der Verhinderung des Eindringens von mechanisch wirkenden Schädlichkeiten, wie Staubtheilen u. dgl., beim Einziehen der Luft in die Nase in Beziehung. Bei Nagern schliesst sich die Form der untern Muschel bald mehr an die der andern Pflanzenfresser, bald mehr an die der Carnivoren an.

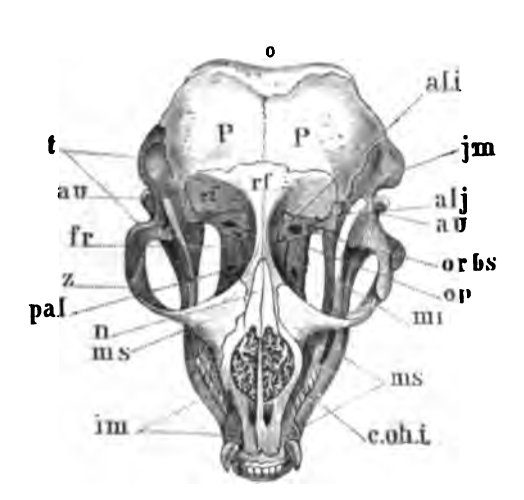



**Fig. 627.** Schädel von Phoca grönlandica. *cch.i* (statt *c.oh.i*) Baumartig verästelte untere Nasenmuschel (*Concha inferior*).

Die mit Luft erfüllten Nebenhöhlen, wie die Sinus frontales, sphenoïdales, maxillares haben nicht für die Riechfunktion, wohl aber für die respiratorische der Nasenhöhle Bedeutung, da zu ihrer schleimhäutigen Auskleidung keine Zweige des Riechnerven gelangen. Auch verleihen sie dem betreffenden Knochenbezirke einen, wo es nothwendig ist, grössern Umfang, ohne das Gewicht desselben dem entsprechend zu vergrössern und den Kopf zu sehr zu belasten. Daher bei Thieren mit grossem umfangreichem Kopfe sie mehr entwickelt sind, als im umgekehrten Falle. Die Cellulae ethmoïdales stehen auch, gleich den oben genannten Sinusen, mit der respiratorischen Nasenfunction in Beziehung, indem sie auch, gleich jenen, Behälter für warme und feuchte Luft abgeben, die sich der Einathmungsluft beimengt. Ob da, wo dieselben, wie beim Pferde u. a., in zahlreiche lange, nach vorn convergirende Röhren ausgezogen sind und auch nach vorn ihre

Mündungen richten, sie noch der Riechfunktion dienen, ist nur dann festzustellen, wenn die Ausbreitung von Zweigen des Riechnerven darin dargethan ist.

Beim Menschen springt der die Nasenlöcher tragende vordere Theil der Nasenhöhle erkerartig über die Antlitzfläche vor und bildet dadurch die sog. äussere Nase (*Nasus externus*), um — im Interesse der Leitung des Stromes der Einathmungsluft in den obern, die Riechstätte (*Regio olfactoria*) bergenden Theil der Nasenhöhle — den Nasenlöchern eine horizontale Lage möglich zu machen.

Bei den Säugethieren ist diese äussere Nase weniger vortretend als beim Menschen. Bei manchen entwickelt sich aus ihr eine vorspringende Schnauze oder ein Rüssel (Fleischfresser, Pachydermen, Insectivoren). Der knorpelige Theil der Nase pflegt sich hier in eine Röhre zu verlängern, welche mit einer besonderen Muskulatur ausgerüstet ist, welche zu kräftigen Leistungen beim Graben, Aufwühlen der Erde u. dgl. befähigt. Zahlreiche Gefühlsnerven (vom Trigeminus) machen aus diesem Rüssel auch ein feines Tastorgan, daher auch in seinem Innern ein Knochen, der sog. Rüsselknochen, zur Steigerung der Tastempfindung liegt. Am bedeutendsten und vollkommensten ist diese Entwicklung eines Rüssels beim Elephanten (Fig. 628), wo er nicht allein ein feines Tast-, sondern auch

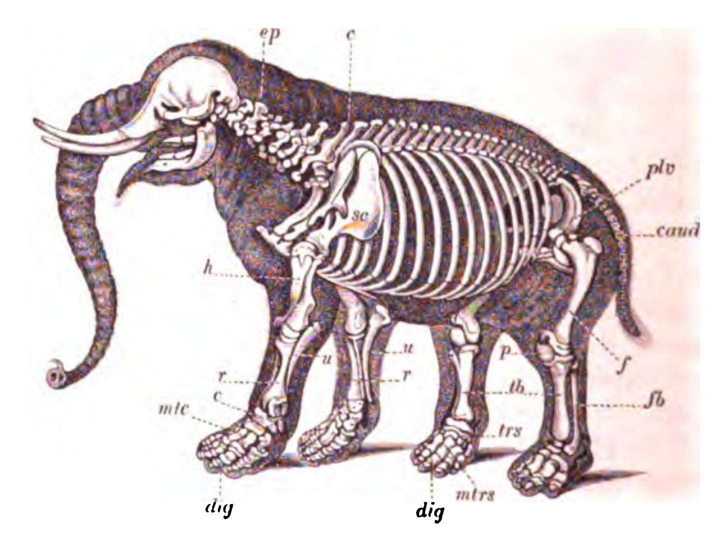



Fig. 628. Afrikanischer Elephant (*Elephas africanus*).

ein sehr vollkommenes Greiforgan darstellt. Bei den Chiropteren entwickeln sich an der äusseren Nase knorpelige und häutige, blattartige Bildungen. welche eigenthümliche Formen veranlassen. Bei manchen tauchenden und

andern Thieren (Biber u. a.) kann die Nase gegen das Eindringen des Wassers und beim Cameel zum Schutze gegen den Sand der Wüste durch klappenartige und dgl. Einrichtungen verschlossen werden. Die Robben haben einen ringförmigen Schliessmuskel um die Nasenlöcher. Beim Männchen von Phoca cristata ist die äussere Nase zu einem grossen muskulösen häutigen Beutel entwickelt, der, wenn die Nasenlöcher durch die Schliessmuskeln geschlossen sind, von den Lungen aus aufgeblasen werden kann.

Bei den Cetaceen, denen ein Riechnerv entweder ganz fehlt, wie bei den Delphinen, oder wo er doch nur sehr schwach ist, verliert die Nasenhöhle ihre Bedeutung als Riechorgan vielleicht ganz und hat wohl nur noch oder doch vorzugsweise respiratorische Bedeutung. Zugleich scheint sie auch zur Wiederausführung des mit der Nahrungsaufnahme in die Mundhöhle gelangten Wassers — das sog. Wasserspritzen darstellend — verwendet zu werden. Ob diese Durchführung des Wassers auch zum Zwecke des Riechens geschehe, ist nicht zu entscheiden, zumal bei den Delphinen, wenigstens bei Delphinus phocæna, (nach dem Zeugniss von Stannius), ein Riechnerv gänzlich mangelt. Diese Veränderung, welche ihre Leistung hier erfuhr, hat auch eine sehr bedeutende Veränderung ihres Baues und ihrer Lage veranlasst. Statt einer horizontalen Lage nimmt sie eine beinahe verticale Stellung der Art ein, dass die sonst an der Schnauze befindlichen äusseren Nasenöffnungen nun oben, an der Stirne, sich befinden und das sog. Spritzloch darstellen (vergl. S. 432).

Als eine Art accessorischen Geruchsorganes ist noch der sog. Jakobson'schen Organe Erwähnung zu thun, welche lange, enge, von Knorpel umschlossene, innen mit drüsenreicher Schleimhaut ausgekleidete Schläuche darstellen, die, ausser dem durchgehenden Nervus nasopalatinus, Zweige des Riechnerven enthalten und am Boden der Nasenhöhle, beiderseits der Scheidewand, ihre Lage haben. Jeder dieser Schläuche pflegt sich vorn in die sog. Stenson'schen Gänge zu eröffnen, welche gleichfalls knorpelwandige und von Schleimhaut inwendig überzogene Kanäle sind, die durch die Canales incisivi zum vordern Theil des Gaumens hinabführen, um hier in die Mundhöhle zu münden.

Bei den Vögeln ist der Geruchsinn schwächer ausgebildet, als bei den Säugethieren, da sie beim Fluge durch die Luft zu wenig von ihm zum Behufe des Aufsuchens der Nahrungsobjecte Gebrauch machen können, vielmehr dabei der Schärfe ihres Auges sich bedienen müssen; daher ihre Nasenhöhle mehr vereinfacht ist. Doch finden sich noch meistens drei Muscheln vor (Fig. 629), die aber einförmiger gestaltet sind und eine veränderte Lage zeigen. Nach letzterer unterscheidet man sie in eine vordere, mittlere und hintere Muschel, von welchen die letztere die Trägerin der Riechnervenausbreitung ist. Die äusseren Nasenöff-

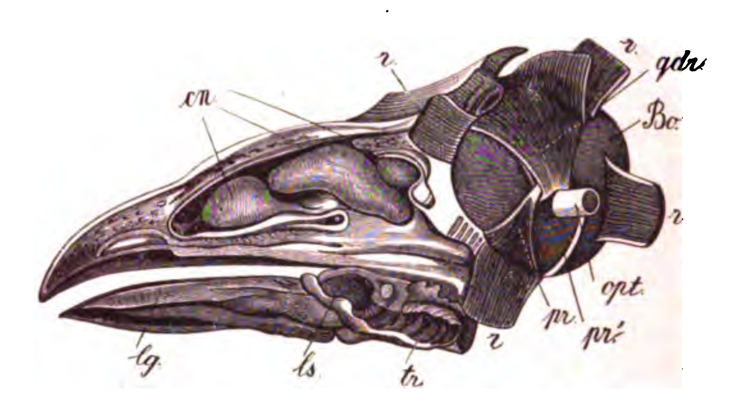



**Fig. 629.** Nasen- und Mundhöhle im Längsdurchschnitt; Muskelapparat der Nickhaut von Meleagris gallopavo (theilweise nach C. G. Carus). *cn* Nasenmuscheln. *lg* Zunge. *ls* Oberer Kehlkopf (*Larynx superior*). *tr* Trachea. *Bo* Augapfel. *opt* Nerv. opticus. *r* Musculi recti. *qdr* Musc. quadratus. *pr* Musculus pyriformis. *pr'* Sehne desselben.

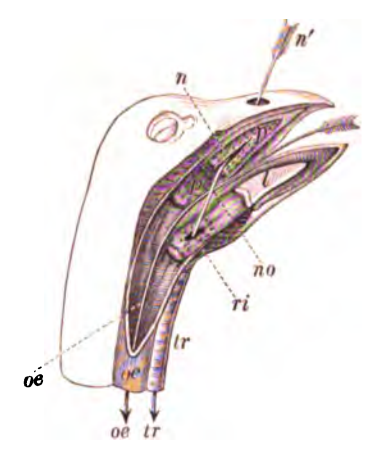



**Fig. 630.** Mundhöhle des Huhns (*Gallus domesticus*), von der Seite geöffnet. *p* Decke der Mundhöhle, Gaumen, mit Hornwarzen besetzt, deren Spitzen nach hinten gerichtet sind. *n* Spaltförmige Einmündung der Nasenhöhle. *n'* Aeusseres Nasenloch.

nungen zeigen bezüglich ihrer Form und Lage mancherlei Verschiedenheiten. Die inneren Nasenöffnungen (*Choanae*) führen durch eine schmale Spalte von oben in die Mundhöhle (Fig. 630). Allgemein scheint den Vögeln eine Drüse — sog. Nasendrüse — zuzukommen, deren Ausführungsgang in die Nasenhöhle ausmündet, deren Lage aber grosse Verschiedenheiten zeigt, indem sie bald an dem Stirnbein, was der häufige Fall ist, liegt, bald unter den Nasenbeinen, bald vorn in der Augenhöhle am innern Augenwinkel, bald unter den Augen ihre Lage hat.

Bei den Amphibien sind die Nasenhöhlen noch mehr vereinfacht, als dies schon bei den Vögeln der Fall war. Die Muscheln sind rudimentär und auf eine reduzirt, die nur bei den beschuppten Amphibien noch vorhanden ist, dagegen ganz bei den nackten Amphibien fehlt. Da die Ausbreitung des Riechnerven in dem rückwärts von dieser Muschel liegenden, blind abgeschlossenen hintersten Theil der Nasenhöhle sich befindet, so gehört die Muschel der Pars respiratoria der letzteren an. Welcher der drei Muscheln der Vögel und Säugethiere diese Amphibienmuschel entspreche, darüber kann man verschiedener Ansicht sein.

Gegenbaur (Jenaisch. Zeitschr. f. Med. Bd. 7, S. 1 u. Taf. 1—3) betrachtet die Muschelbildung in der Nase der Reptilien, weil sie den niedersten Zustand darstellen, als die primäre, und die bei Vögeln und Säugethieren noch weiter vorhandenen als secundäre Bildung, bedingt durch die Vergrösserung des Binnenraumes der Nasenhöhle nach der einen oder andern Richtung. So treten zu dieser primären Muschel bei den Vögeln, wegen Vergrösserung des Nasenraumes nach vorn und nach hinten, noch je eine vor und hinter jener sich lagernde weitere Nasenmuschel hinzu, so dass die mittlere der drei hier nun sich vorfindenden Muscheln die primäre, der Reptilien-Nasenmuschel homologe sei. Bei den Säugethieren und den Menschen, bei denen der Nasenraum hauptsächlich nur nach hinten und oben sich ausdehnt, entwickeln sich die secundären Muscheln mehr nur nach dieser Richtung hin, so dass hier die untere Nasenmuschel die primäre ist, welche der einfachen Reptilienmuschel und der mittleren Vogelmuschel entspricht.

Eine der Nasendrüse der Vögel entsprechende Drüse scheint nur bei den Schlangen und Varanen sich vorzufinden, sendet aber ihren Ausführungsgang nicht in die Nase, sondern in den Rachen (Stannius). Die äusseren Nasenöffnungen sind bei Batrachiern, z. B. bei Rana contractil. Die Choanae führen, wie schon bei den Vögeln, in die Mundhöhle; nur beim Crocodil (Fig. 631) münden sie, wie bei Säugethieren, in den Schlundkopf und bei den nackten Amphibien (Fig. 632) sogar ganz vorn aus, was den Uebergang zu der Anordnung bei den Fischen vorbereitet.

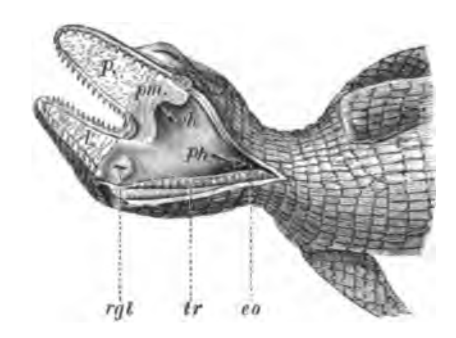


Fig. 631. Mundhöhle von *Crocodilus sclerops*, von der Seite geöffnet. *l* Zunge. *p* Gaumen. *pm* Gaumensegel. *ch* Einmündung der Choanae der Nasenhöhle hinter der Mundhöhle in den Schlundkopf (*ph*). *eo* Eingang zur Speiseröhre. *rgl* Eingang zum Kehlkopfe, Kehlritze. *tr* Luftröhre.

Bei diesen hat das Geruchsorgan seine Beziehung zum Athmungsapparat abgelegt. Es liegt nicht mehr im Eingangstheil des Athmungsweges. Statt der Nasenhöhle finden sich hier nur Gruben vor, welche aber ausschliesslich dem Riechsinn dienstbar sind und ausserhalb der Mundhöhle, meistens über der Schnauze, bei den Plagiostomen aber unter derselben ihre Lage haben. Nur bei den Dipnoi finden sich noch rudimentäre Nasenhöhlen vor, deren Choanae, wie bei Perennibranchiaten, in die Mundhöhle einführen. Die Schleimhaut, welche diese Riechgruben auskleidet, ist in parallele oder

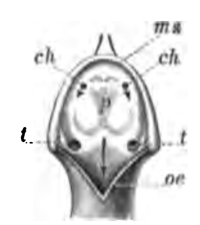


Fig. 632. Decke der Mundhöhle vom Frosch nach Entfernung des Unterkiefers. *ch* Einmündung der beiden Nasenhöhlen in die Mundhöhle, Choanae. *p* Mundhöhlendecke, Gaumen. Mündung der Tuba Eustachii.

radiäre Falten gelegt, an denen sich der Riechnerv ausbreitet. Bei den Knochenfischen und Stören sind diese Gruben von einer Hautbrücke überspannt, so dass sie gleichsam kleine Nasenhöhlen mit vorderer und hinterer Oeffnung darstellen, die aus denjenigen Formen hervorgingen, welche die niedrigen Amphibien zeigten und die unter den Fischen auch bei den Dipnoi noch vertreten sind. Bei den Cyclostomen ist die Anordnung eine andere. Bei ihnen liegt vor der Gehirnkapsel eine einfache Nasenhöhle, die sich nach vorn mittelst eines Rohres eröffnet (das sog. Spritzloch). Am Boden findet sich ein häutiger contractiler, blindgeendigter Schlauch, als Anhang, der nicht mit dem Schlunde, aber mit der Nasenhöhle durch eine kleine Oeffnung in Verbindung steht. Bei den Myxinoïden mündet der Nasenkanal, den Gaumen durchbohrend, in die Mundhöhle ein, während derselbe bei den Petromyzonten durch die Schleimhaut von derselben getrennt ist.

### 2. Riechorgan der wirbellosen Thiere.

Obschon die Lebensweise der Wirbellosen so viele Indicien des Besitzes eines Geruchsinns darbietet, so hat man doch nicht mit solcher Bestimmtheit die Anwesenheit eines Riechorgans bis jetzt nachzuweisen vermocht, als bei den Wirbelthieren. Aehnlichkeit der Organe in Lage und Bau und der Nachweis eines besonderen Riechnerven am Gehirn gaben hier Anhaltspunkte ab, die bei den wirbellosen Thieren in Folge der veränderten Bauverhältnisse ihres Körpers fehlen. Lange glaubte man bei den luftathmenden Arthropoden nach Analogie der luftathmenden Wirbelthiere das Riechorgan an den Mündungen der Tracheen finden zu können. Allein Versuche haben dargethan, dass diese Thiere hier auch nicht die geringste Empfindung für Riechobjecte besitzen. Dagegen zeigen sie am Kopfe, wenn man diesem riechende Substanzen nähert, eine augenfällige Empfänglichkeit dafür; sofort bewegen sie die Antennen und stellen sie, wie zur näheren Prüfung, den riechenden Gegenständen entgegen. Man hat daher wohl allen Grund zur Annahme, dass hier, namentlich an den Antennen, der Riechsinn seinen Sitz habe.

Die Untersuchungen (von Leydig) haben nun auch an den Endgliedern der Antennen vieler Insekten (Fig. 633; Fig. 634) und Myriapoden, neben den Haar- und Tastborsten, noch verschiedene kegel-, cylinder- und stäbchenartige Gebilde dargethan, die als Endgebilde von Nerven sich erweisen und von welchen es mehr als wahrscheinlich ist, dass sie zur Vermittlung der Geruchsempfindungen in Beziehung stehen. Auch bei vielen Crustaceen wurden von Leydig ähnliche Gebilde nachgewiesen. Bei den Decapoden ist namentlich der äussere Ast des inneren Fühlers der Träger von Riechzapfen (Fig. 635). Bei Asellus aquaticus

(Fig. 636) stehen die Geruchszapfen dicht an den Tasthaaren, die ihnen gleichsam zum Schutze dienen.

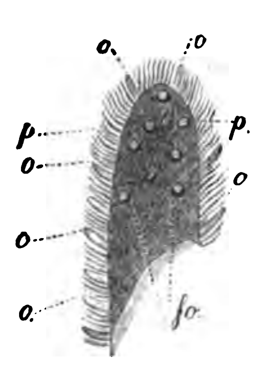



Fig. 633. Endspitze eines Fühlers von Formica rufa (300mal vergrössert, nach Leydig). p Haare, womit derselbe besetzt ist. o Geruchszapfen. fo Gruben, aus denen letztere hervortreten.




Fig. 634. Eine Riechgrube (fo) mit dem Geruchszapfen (o), der daraus hervorsteht, von der Antenne eines Wasserkäfers (Acilius sulcatus). n Nerv, welcher von unten zutritt (nach Leydig). Vergrösserung 600/1.




Fig. 635. Innere Antenne von Pagurus, etwas vergrössert (nach Leydig). o Geruchszapfen.

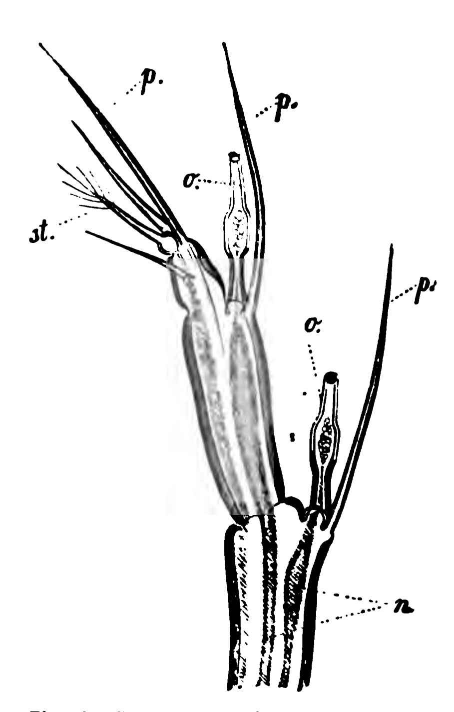



Fig. 636. Endglieder eines der kürzern Fühlhörner von der Wasserassel (Asellus aquaticus), etwa 600mal vergrössert (nach Leydig). n Nerven im Innern derselben. o Geruchszapfen, mit den Nerven zusammenhängend. st Tasthaare mit Nerven an der Basis. p Haare, mit denen keine Nerven zusammenhängen.

Auch bei den Cephalopoden finden sich in der Nähe der Augen bei einigen zwei Grübchen, in denen ein papillenartiges Gebilde steht, das aus dem Ganglion opticum seinen Nerven, der mit dem Sehnerven in die Augenhöhle gelangt, empfängt.

Sonst hat man bei Wirbellosen noch keine Apparate kennen gelernt,

von denen man mit Sicherheit annehmen könnte, dass sie im Dienste des Riechsinnes ständen.

### 4. Geschmacksorgan (*Organon gustus*).

Es ist bei den Wirbelthieren im Allgemeinen nur auf die Prüfung der Qualität der Substanzen berechnet, welche zur Nahrung dienen oder aus denen die Thiere ihre Nahrung ziehen. Daher hat es stets im Eingange des Nahrungsschlauches seine Lage. Das Geschmacksorgan ist indess nicht in so eigenthümliche und charakteristische Form gekleidet, dass sich dasselbe daran ebenso leicht erkennen liesse, als dies bei den andern, vorausgegangenen Sinnesapparaten meistens der Fall war. Auch ist der Geschmacksnerv (*N. glossopharyngeus*) nicht so ausschliesslich Sinnesnerv, als dies bei den Sinnesnerven der höheren Sinnesorgane der Fall ist, vielmehr ist derselbe auch noch andern Thätigkeiten dienstbar, und anderseits unterscheidet sich die von seiner peripherischen Ausbreitung gebildete Perceptionsfläche äusserlich nicht oder kaum von andern Flächen, die nur der Vermittlung von allgemeiner Gefühlsempfindung dienen, so dass jede feuchte Fläche, unter welcher ein Geschmacksnerv sich ausbreitet, zur Perception von Geschmackseindrücken dienen zu können scheint. Es lässt sich daher auch vom anatomischen Standpunkte aus über die Ab- oder Anwesenheit des Geschmacksinnes und über den Entwicklungsgrad desselben bei Thieren wenig Sicheres feststellen.

Gewöhnlich bildet zwar die Zunge den Hauptsitz des Geschmacksinnes. Allein nebst ihr kann auch noch die übrige Mundhöhlenschleimhaut mehr oder weniger Trägerin desselben sein. Daher kann aus der Anwesenheit oder dem Mangel der Zunge noch nicht geschlossen werden, dass der Geschmacksinn im ersteren Falle vorhanden sei, in letzterem dagegen fehle. Denn da von den am Gaumen sich ausbreitenden Zweigen des N. glossopharyngeus auch Geschmackseindrücke aufgenommen werden, könnten zungenlose Thiere, wie viele Fische, Pipa u. a., doch immer noch eines, wenn auch schwach entwickelten Geschmacksinnes sich erfreuen. Man kann um so weniger aus der Anwesenheit und Entwicklung der Zunge auf die Anwesenheit und den Grad der Ausbildung des Geschmacksinnes schliessen, da die Zunge nicht allein Trägerin des letztern, sondern häufig auch des Fühl- und Tastsinnes ist und ein wichtiges Bewegungswerkzeug abgibt für die Aufnahme der Nahrungsmittel und die Fortbewegung derselben in die hinter der Mundhöhle folgende Abtheilung des Nahrungskanals. Sie kann desshalb in einzelnen Fällen für Dienstleistungen in letzterer Richtung selbst ansehnlich entwickelt sein, ohne dass gerade ein entsprechend entwickelter Geschmacksinn an sie geknüpft zu sein braucht. Welche Ausbildung übrigens die Zunge erlangt, wie weit sie Geschmacksorgan sei oder anderen

Leistungen in der Reihe der Thiere dienstbar sei, haben wir oben (Seite 15) schon dargelegt.

Was nun noch die Wirbellosen bezüglich der Anwesenheit und des Entwicklungsgrades des Geschmacksinns betrifft, so wird man bei ihnen noch viel häufiger als bei Wirbelthieren darüber in Zweifel gelassen, ob ein Geschmacksorgan vorhanden sei oder fehle. Viele wirbellose Geschöpfe nehmen zwar ihre Nahrung mit einer gewissen Auswahl auf, aber meistens muss man es unentschieden lassen, ob sie dies mit Hülfe des Geschmacksinnes oder anderer Sinne (wie des Gesichts, des Gefühls oder des Geruchs) vollzogen haben. Wo aber ein Geschmacksorgan wirklich vorkömmt, da hat man es ebensowohl, als bei den Wirbelthieren, im Eingange zum Nahrungskanal zu suchen.

## 5. Organ des Fühl- und Tastsinnes (*Organon tactus*).

Blainville, Principes d'anatomie comparée. Paris 1822. T. I. p. 152. — Boeckh, de spinis hystricum. Berol. 1834. — Boll, Die Savi'schen Bläschen von Torpedo, in Müll. Archiv 1875. S. 458. Taf. XI. — Bugnion, Recherches sur les organes sensitifs qui se trouvent dans l'épiderme du Protée et de l'Axolott, Lausanne 1872. — Cartier, Ueb. d. Haut d. Reptilien in Semper's Arbeit. aus d. zool. Institut zu Würzburg 1874. — Cuvier, Vorlesungen über vergl. Anat. Bd. 2. — Eble, Die Lehre von den Haaren. Wien 1831. — Eimer, Ueb. die Schnauze des Maulwurfs als Tastorgan, im Archiv f. m. Anat. Bd. 7. — Erdl, Vergl. Darstellung d. innern Baues der Haare, in den Abhandl. d. Baier. Academie d. W. zu München 1841. Bd. 2. — Gurlt, Die Haut des Menschen und der Haussäugethiere etc. in Müller's Archiv 1835. S. 399. — Derselbe, Ueb. d. hornige Gebilde d. Säugethiere, ebenda 1836. — v. d. Hoeven, Icones ad illustrandas coloris mutationes in Chamaeleonte. Lugd. Batav. 1831. — Jacobson, in der Isis 1843. p. 406. — Leydig, Lehrbuch d. Histologie. S. 194. — Derselbe, Beitr. z. mikroskop. Anat. d. Rochen u. Haie. Leipzig 1850. — Derselbe, Zur Kenntniss der Sinnesorgane der Schlangen, in Archiv f. m. Anat. Bd. 8. — Derselbe, Ueb. die allgemeine Bedeckung der Amphibien, ebenda Bd. 12. — Derselbe, Die Hautdecke und Hautsinnesorgane d. Urodelen, in morphol. Jahrbuch. Bd. 2. — Malbranc, Seitenlinien der Sinnesorgane bei Amphibien, in Zeitschr. f. w. Z. Bd. 18. — Meissner, De amphibiorum quorundam papillis glandulisque femoralibus. Basil. 1832. — Nitzsch, System der Pterylographie, herausgegeben von Burmeister. Halle 1840. — Savi, in Matteucci's Traité des phénomènes électro-physiologiques des animaux. Paris 1844. — Schoebl, Das äussere Ohr des Igels als Tastorgan, in Archiv f. m. Anat. Bd. 8. — Stannius, vergl. Anatomie d. Wirbelthiere. Berlin 1846. Zweite Aufl. 1854—56. — Derselbe, Froriep's Notizen 1842. Nr. 469. — Derselbe, Peripherisches Nervensystem. — J. E. Schultze, Ueb. d. Nervenendigungen der sog. Schleimkanäle der Fische und über entsprechende Organe der kiemenathmenden Amphibien in Müller's Archiv 1861. S. 759. Taf. 20. — Treviranus, Z. Erläuterung des Baues etc. des Tastwerkzeuges der Thiere, in dessen Zeitschr. f. Physiol. Bd. 4. S. 168. Taf. 13. 14.

V. Carus, Icones zootom. Lips. 1857. — Leydig, Lehrb. der Histologie. S. 210. — Meissner, Ueb. Vermis albicans, in Zeitschr. f. w. Z. Bd. IV. u. VII. — Savigny, Mémoire sur les animaux sans vertèbres. P. II. 1816. — Schelver, Versuch einer Naturgeschichte der Sinnesorgane bei Insekten und Würmern 1798. — v. Siebold, vergl. Anatomie d. wirbellosen Thiere. Berl. 1848. —

### a. Fühl- und Tastorgane der Wirbelthiere.

Der Fühlsinn besteht in der Wahrnehmung mechanischer, thermischer und chemischer Einwirkungen. Sinnesnerven sind die allgemeinen

Gefühlsnerven, und zur Perceptionsfläche dient jede Hautstelle, welche die Endausbreitung von Gefühlsnerven trägt. Besonders ist es die äussere Haut und die Schleimhäute der Zu- und Ausgänge der visceralen Apparate, welche vorzüglich den Sitz des Gefühlsinns abgeben. Liegt die Ausbreitung der Gefühlsnerven in einer weichen Haut und hat diese eine härtere Unterlage, so befähigt dies namentlich zur Wahrnehmung mechanischer Eindrücke, d. h. zum Tasten. Auch wo die Endausbreitung von Gefühlsnerven unter festeren Theilen, ja Hartgebilden liegt, kann noch die Wahrnehmung von mechanischen, thermischen u. dgl. Einwirkungen stattfinden. Bei dem Menschen, bei welchem jede Stelle der äussern Haut Gefühlsempfindungen zu vermitteln vermag, sind indess doch einzelne Stellen, wie die Finger- und Zehenspitzen, die Zungenspitze, Lippen u. a. vorzugsweise bestimmt, feine Gefühlsorgane für mechanische, wie thermische Einwirkungen und Tastwerkzeuge abzugeben.

Bei Säugethieren sind nur selten (wie bei den Affen) die Gliedmassen die Träger feiner Tastwerkzeuge; hier sind mehr die Lippen, Zunge, die äussere Nase oder der Rüssel damit betraut. Auch die Tasthaare an der Schnauze mancher Carnivoren und Robben und der Greifschwanz mancher Säugethiere können zu solchen Leistungen befähigt werden. Bei vielen Vögeln, besonders bei Sumpf- u. Wasservögeln, sind besonders die Schnabelspitzen zur Vermittlung von Gefühls- und Tastempfindungen befähigt. In gleicher Weise stellen bei Ophidiern und vielen Sauriern die Zungenspitze und bei manchen Fischen (Störe, Welse, einige Ciprinoïden) die sog. Bartfäden besondere Tastwerkzeuge dar. Letztere Gebilde mögen allerdings auch wohl zu Lockorganen dienen. Nervenreiche Tastorgane besitzen die Triglen in den, von der Brustflosse abgesonderten Strahlen.

Die äussere Körperbedeckung, äussere Haut (Cutis) — als der hauptsächlichste Träger des Gefühls- und Tastsinnes — wird gleich anderen Häuten, namentlich der Schleimhaut, aus zwei differenten Schichten, einer tiefern und oberflächlichen, gebildet, von denen die erstere nach ihrem wesentlichsten Element ein Bindegewebsstratum von fester, derber Beschaffenheit — die sog. Lederhaut (*Corium*, *Derma*) — darstellt, während die letztere dagegen — die Oberhaut (*Epidermis*) — eine epitheliale Bildung ist. In der Lederhaut vertheilen sich Blutgefässe und Nerven, und ist sie daran um so reicher, je empfindlicher sie für Gefühlseinwirkungen ist. Auch ist sie reich an drüsigen Bildungen und enthält unwillkürliche (glatte) Muskelfasern, welche die Contractionserscheinungen an derselben bedingen, sowie verschiedene Pigmentirungen, die an sog. sternförmige oder verästelte Pigmentzellen gebunden sind. Wo die Epidermisbildung eine grosse Mächtigkeit erlangt, bildet die Oberfläche der Lederhaut warzenförmige Erhebungen von verschiedener Grösse — die sog. Hautpa-

pillen —, welche um so grösser und länger sind und mit ihren Gefäss- und Nervenendigungen um so tiefer in die Epidermis gleichsam sich eingraben, je dicker die letztere ist. Sie tragen in letzterem Falle den äussern Zellenschichten die Blutgefässe entgegen, und soweit sie Nervenendigungen (Tastkörperchen u. dgl. Endgebilde) enthalten, machen sie diese für äussere Einwirkungen zugänglicher (Tastpapillen).

Wie das Bindegewebe überhaupt, so kann auch das der Lederhaut in bald beschränkterem, bald mehr ansgedehnterem Maasse in Knochenbildung übergehen, woraus ein Hautskelet hervorgeht, das bei den Cheloniern (vgl. S. 342) den höchsten Grad von Ausbildung erlangt hat.

Die Epidermis ist eine gefässlose Schichte der äussern Bedeckung und wird aus meistens sehr zahlreichen Lagen von Zellen gebildet, deren Matrix die äussere Fläche der Lederhaut ist. Sie zieht sich ebenso über Vorragungen der letztern hinweg, als sie auch in sämmtliche Vertiefungen derselben sich einsenkt und diese auskleidet, und an den Oeffnungen der Haut, mit welchen sowohl die in dieser befindlichen Drüsen, als auch die grösseren visceralen Apparate nach aussen münden, geht sie in die Epithelauskleidung dieser über.

Die Epidermis scheidet sich in zwei Hauptlagen von Zellen, von denen die oberflächliche — die Hornschichte (*Stratum corneum*) — von fester, selbst harter, hornartiger Beschaffenheit ist, deren Zellen durch Verhornung in Schuppen und Plättchen umgewandelt sind, — während die tiefere sog. Schleimschichte (*Stratum Malpighii*), die von ersterer meistens mehr oder weniger scharf sich abgrenzt, aus weichen, mehr rundlichen Zellen besteht. Sie liefert durch Nachschub für die Hornschichte die Ergänzungen, welche den Verlust zu decken haben, der in dieser durch Abstossung der oberflächlichsten Hornplättchen eintritt. Die verschiedene Färbung der Bedeckung wird hauptsächlich durch das Pigment bedingt, welches die Zellen des Stratum Malpighii enthalten. Wo die Färbung aber eine wechselnde ist, wie man solchen Farbenwechsel bei manchen Amphibien und Fischen wahrnimmt, wird sie durch Bewegungserscheinungen des Protoplasma's dieser Pigmentzellen bedingt, die zerstreut stehend, durch Grösse oft von den andern Zellen sich unterscheiden und die sog. Chromatophoren darstellen.

Bei den im Wasser lebenden Wirbelthieren (besonders Amphibien und Fischen) erreicht die Verhornung der äussern Schichten der Epidermis nicht den Grad von Ausbildung, als bei den in der Luft sich aufhaltenden; sie ist vielmehr weich, oft von schleimiger, gallertiger Beschaffenheit.

Durch partielle Verstärkung der Hornschichte der Epidermis entstehen mancherlei Horngebilde, welche je nach der Form, welche die betreffende

Stelle der Lederhaut annimmt, Platten, Schuppen, Höcker u. dgl. darstellen und namentlich bei den beschuppten Amphibien allgemein vorkommen. Wo, wie bei den Cheloniern, die Lederhaut des Rumpfes durch Verknöcherung zu einem knöchernen Hautskelet umgebildet ist, stehen die epidermoidalen Hornplatten mit diesem in Verbindung. Die den Körper schützend deckende Schuppenbildung bei manchen Edentaten (Schuppenthier, Gürtelthier), die Hornscheiden der Kiefer bei Vögeln und Monotremen, die Nägel-, Krallen-, Klauen- und Hufbildungen an den Gliedmassen stellen gleichfalls nur Modificationen der Hornschichte der Epidermis dar. Auch selbst die Haare und Federn sind nur modificirte Epidermisbildungen.

Bei den ausschliesslich im Wasser lebenden Wirbelthieren kommen noch eigenthümliche Bildungen vor, welche auch auf Vermittlung von Sinneswahrnehmungen berechnet zu sein scheinen, also Sinnesorgane darstellen, wenn es auch zur Zeit noch nicht ermittelt werden konnte, welcher Art von Empfindungen sie dienstbar sind.

Es sind dies die sog. Schleimkanäle der Fische, die aber auch bei im Wasser lebenden Amphibien, namentlich den Larven derselben, vorkommen. Sie stellen ein System von verzweigten Kanälen dar, die theils in, theils unter der Lederhaut eingebettet sind und an verschiedenen, aber bestimmten Stellen nach aussen münden.

Sie stellen das sog. Seitenkanalsystem dar, das mit seinen Bahnen auch über den Kopf verbreitet ist. Die Wandung dieser Röhren, die innen von einer weichen zarten, aussen einer festern derben Schichte gebildet sind, bestehen bald aus Bindegewebe, bald aus faserknorpelähnlicher Bindesubstanz und wandeln sich durch Verknöcherung theilweise oder selbst ganz zu knöchernen Röhren (wie beim Stör und vielen Knochenfischen) um. Die wesentlichste Einrichtung im Bau dieses Kanalsystems besteht darin, dass zahlreiche Nervenzweige in's Innere dringen, um mit einem nervösen Endapparat, den sog. Nervenknöpfen zu enden (Leydig). Die zu diesem Kanalsystem gehenden Nerven sind am Rumpfe der Nervus lateralis vagi, am Kopfe vorzüglich der Nervus trigeminus.

Hiermit verwandte Bildungen sind auch die von Leydig als becherförmige Organe bezeichneten, welche in der Epidermis vieler Süsswasserfische eingebettet sind und stäbchenförmige Endapparate enthalten. Auch die unter der Form unverzweigter Röhren bekannten sog. Gallertröhren stellen Gebilde ähnlicher Art dar, die aber nur bei Selachiern und Chimaeren sich vorfinden. Sie finden sich am Kopfe, können aber auch noch auf entferntere Körperstellen, wie z. B. bei den Rochen bis über die Brustflossen hinaus, sich erstrecken. Sie beginnen

mit einer blind abgeschlossenen ampullenartigen Erweiterung, welche Nervenendigungen enthält, und münden, in ein cylindrisches verschieden langes Rohr ausgehend, an der Oberfläche nach aussen.

Endlich gehören auch noch die sog. Savi'schen Bläschen *(Appareil folliculaire nerveux)* hierher, welche an der untern Seite des Kopfes bei Torpedo, in der Umgebung der Nasengrube sich vorfinden und in ihrem Innern eine warzenähnliche Hervorragung enthalten, welche der Träger eines nervösen Endapparates ist (Leydig).

### b. Fühl- und Tastorgane der wirbellosen Thiere.

Bei den wirbellosen Thieren sind Werkzeuge des Fühlens und Tastens sehr verbreitet und werden von verschiedenartigen Anhängen des Leibes, namentlich des Kopfes, in der Gestalt von Wimpern, Haaren, Borsten, Fäden u. dgl. dargestellt. Manche derartige Anhangsgebilde des Kopfes werden daher auch nach ihrer Funktion besonders Fühler und Taster genannt. Alle diese dem Tast- und Fühlsinn dienenden Gebilde zeigen indess bezüglich ihres Vorkommens, ihrer Gestalt und Zahl grösste Verschiedenheit und Mannigfaltigkeit.

Bei den Arthropoden stellen die Fühlwerkzeuge 1—2 Paar gegliederte Kopfanhänge — die sog. Fühler *(Antennae)* — dar. Insekten und Myriapoden besitzen ein solches Fühlerpaar, die Crustaceen dagegen zwei Paare. Bei den Arachniden indess, bei welchen die Fühler in, zur Beihülfe der Nahrungsaufnahme dienende Werkzeuge umgewandelt sind,.werden sie durch die feinfühlenden Endglieder der Beine vertreten.

Bei den Mollusken kann die ganze weiche Körperhaut dem Fühlsinn dienstbar sein; doch besitzen sie nebst dem noch besondere Fühl- und Tastorgane. So sind bei den Cephalopoden solche die Arme, bei Gastropoden die am Kopfe stehenden Fühlhörner, bei den Lamellibranchien die lippenartigen Blättchen vor den Kiemen, beiderseits des Mundes. Bei den Würmern kann auch die ganze weiche Körperhaut den Sitz des Fühlsinns abgeben. Doch da, wo in Folge zu bedeutender Verdickung oder des Umschlossenseins durch schützende Gehäuse u. dgl. sie weniger zugänglich ist, sind es Anhänge des Körpers, besonders des vordern Abschnittes, welchen die Fühl- und Tastfunction übertragen ist. Als Gebilde dieser Art fungiren die weichen Mundtheile (Lippen etc.) bei den Lumbricinen Nereïden, Trematoden, Turbellarien, Nematoden, sowie die tentakelartigen Fortsätze am vordern Körpertheil der Planarien. Besonders entwickelt zeigen sich die als Tastorgan fungirenden Gebilde bei Kopf- und Rückenkiemern, wo sie auch gewöhnlich Fühler genannt werden. Ihre Zahl ist aber sehr verschieden, bald nur aus 2—3 bestehend, bald ganze

Büschel dünner langer Fäden, wie Solches besonders bei den Kopfkiemern der Fall ist, darstellend. Auch die bei manchen Ringelwürmern von den Fussstummeln getragenen Cirren leisten Tastfunktion.

Bei den Echinodermen vermitteln wohl nur die Mundtentakeln Gefühlswahrnehmungen. Gleiches gilt auch bei den Cœlenteraten für die, den Eingang zur Verdauungshöhle umstellenden und das Ergreifen und Einführen der Nahrungsmittel bewirkenden Tentakeln. Bei den Scheibenquallen trägt aber ausserdem der Scheibenrand noch fadenartige Anhänge — die sog. Senk- oder Fühlfäden —, die einer bedeutenden Verlängerung fähig sind, so dass sie sehr tief in's Wasser hinabreichen können, welche wohl auch Fühlorgane sind. Bei den Protozoën endlich finden sich auch mancherlei Bildungen, wie Rüssel- und Borstenformationen, vor, die der Analogie nach als dem Fühl- und Tastsinne dienende gedeutet werden könnten, wenn bei diesen niedrigsten Geschöpfen ein Nervensystem schon nachgewiesen wäre.



# INHALTSVERZEICHNISS

## ZUM ZWEITEN THEIL.



# Nachträge zur Literatur.

Zur Literatur des Verdauungsapparates der Wirbelthiere Seite 5: Legouis, Recherches sur les tubes de Weber et sur le pancréas de Poissons osseux, in Ann. d. sc. nat. 5e Sér. T. 18. artic. 2. pl. 16 — 18. — F. S. Leuckart, Magen eines Moschus javanicus, in Müller's Archiv 1843. S. 24. — Leydig, Die einheimischen Schlangen, im Archiv f. m. Anat. Bd. 9. S. 1. — Rapp, De tubo intestinali mammalium. Tübing. 1820. — Rousseau, Anatomie compar. du système dentaire. Paris 1827.

Zur Literatur des Verdauungsapparates der Wirbellosen Seite 57: C. K. Hoffmann, Z. Anatomie d. Echinen u. Spatangen, im Niederländ. Archiv f. Zool. Bd. I. S. 28. — Kollmann, Die Cephalopoden in. d. zool. Station des Dr. Dohrn, in der Zeitschr. f. w. Zool. Bd. 26. (Liefert interessante Aufschlüsse über das Leben dieser Thiere und die Art und Weise, wie sie sich der Beute und ihrer Feinde bemächtigen.) — Lacaze-Duthiers, Recherches sur la Bonellia, in Ann. d. sc. nat. 4e Sér. T. 10 p. 49. — Lebert, Die Mundorgane einiger Gasteropoden, in Müller's Archiv 1846. S. 120. — Rapp, Ueb. d. Polypen im Allgemeinen und die Actinien im Besondern. Weimar 1809. — Stein, Der Organismus der Infusionsthiere. I. Abth. Leipz. 1859. II. Abth. 1867.

Zur Literatur des Athmungsapparates der Wirbellosen Seite 87: C. K. Hoffmann, Z. Anat. d. Echinen etc. im Niederländ. Archiv Bd. I. S. 75.

Zur Literatur der Stimmapparate Seite 124: Boccius, Ueb. d. obern Kehlkopf der Vögel, in Müller's Archiv 1858. S. 614. — J. Müller, Ueb. d. Fische, welche Töne von sich geben, und die Entstehung dieser Töne, in dessen Archiv 1857. S. 249. — v. Siebold, Ueb. d. Stimm- u. Gehörorgane d. Orthopteren, in Wiegmann's Archiv 1844. S. 52.

Zur Literatur des Gefässapparates der wirbellosen Thiere Seite 194: Greef, Ueb. d. Herz der Crinoideen, in d. Sitzungsber. d. Gesellsch. z. Beförd. d. gesammt. Naturwissenschaften zu Marburg. No. 5. Mai 1876.

Zur Literatur des Muskelapparates der Wirbelthiere Seite 482: P. Albrecht, Beitrag zur Morphologie d. M. omohyoïdeus und der ventralen innern Interbranchialmusculatur in der Reihe der Wirbelthiere. Kiel 1876. (Diese vortreffliche Arbeit zeichnet sich durch den gleichen Fleiss aus, als des Verf. frühere Arbeit über die Torsionstheorie des Humerus.) — Gegenbaur, Ueb. d. M. omohyoïdeus und seine Schlüsselbeinverbindung, im morpholog. Jahrbuch. Bd. I.

Zur Literatur des Nervensystems der Wirbellosen Seite 569: C. K. Hoffmann, Z. Anatom. d. Echin., im Niederl. Archiv. Bd. I. S. 54.

# Druckfehler-Verzeichniss.

Seite XXVII Zeile 2 von oben lies **seiner** statt ihrer.
„ XXXI „ 22 von unten lies **2 Bde.** statt 6 Bde.
„ 5 „ 16 v. u. l. **Giebel** st. Goebel.
„ 11 „ 16 v. u. l. **vor** st. von.
„ 15 „ 20 v. o. l. **zum** st. zur.
„ 87 „ 20 v. o. l. **Gewebelehre** st. Gewerbelehre.
„ 124 „ 4 v. u. l. **Savart** st. Jevart.
„ 124 „ 6 v. u. l. 1847 st. 1874.
„ 126 „ 12 v. o. l. **Körpertheile** st. Körper.
„ 126 „ 5 v. u. l. **Locustinen** st. Lacustinen.
„ 146 „ 13 v. o. l. **Demme** st. Denne.
„ 159 „ 10 v. u. l. **Corvus** st. Carvus, u. **Camelus** st. Camelas.
„ 171 „ 1 v. o. l. **Fig. 195** st. Fig. 186.
„ 211 „ 22 v. u. l. **v. Hessling** st. v. Hesslig.
„ 217 „ 17 v. o. l. **darstellen** st. derselben.
„ 232 „ 11 v. o. l. **Fig. 143** st. 144.
„ 237 Fig. 250 l. **Giftapparat** st. Gefässapparat.
„ 243 Zeile 14 v. u. l. **Fig. 255 A.** st. Fig. 255 D.
„ 248 „ 1 v. o. l. a) st. 1).
„ 248 „ 3 v. o. l. b) st. 2).
„ 299 „ 7 v. u. l. **Leisenring** st. Leihenring.
„ 305 in der Erklärung zu Fig. 313, l. **Bogen** st. Lagen.
„ 363 Zeile 4 v. o. l. **Larus, Corvus** st. Carus, Orvus.
„ 366 „ 7 v. u. l. **Fig. 398** st. 380.
„ 376 „ 3 v. u. l. **Leptocardier** st. Septocardier.
„ 384 „ 10 v. o. l. **Halmaturus laniger** st. Halmaturus, Caniger.
„ 384 „ 14 v. o. l. **murinus** st. marinus.
„ 422 „ 20 v. u. l. **Visceralbogen** st. Wirbelbogen.
„ 458 „ 5 v. o. l. **Schaltknochen** st. Schädelknochen.
„ 485 Fig. 517 l. **im eingerollten Zustande** st. in einem gerollten Zustande.
„ 492 Zeile 17 v. o. l. **demgemäss** st. dieser gemäss.
„ 494 „ 15 v. u. l. **Longissimus** st. Longissinus.
„ 494 „ 14 v. u. l. **longissimus** st. longissinius.
„ 494 „ 13 v. u. l. **Longissimus** st. Longissinius.
„ 494 „ 12 v. u. l. „ „ „
„ 494 „ 11 v. u. l. „ „ „
„ 495 „ 1 v. o. l. **Multifidus** st. Muttifidus.
„ 495 „ 3 v. o. l. **Mi. recti** st. M. irecti.
„ 515 „ 14 v. u. l. **Brustflossenmuskeln** st. Bauchflossenmuskeln.
„ 518 „ 22 v. o. l. **Melolontha** st. Melalontha.
„ 521 „ 8 v. o. l. **Prismen** st. Prismn.
„ 524 „ 6 v. u. l. **macroscopischen** st. microscopischen.
„ 538 „ 5 v. o. l. **Windung** st. Wendung.
„ 545 „ 3 v. u. l. **acusticus** st. acustivus.
„ 548 „ 7 v. u. l. **Fig. 536** st. Fig. 535.
„ 519 „ 2 v. u. l. **Fig. 537, 538 und 539** st. 536, 537, 538.
„ 559 „ 2 v. u. l. **Fig. 549** st. Fig. 548.
„ 560 „ 20 v. u. l. **vom** st. von.
„ 561 „ 5 v. o. l. **Ramus** st. Rectus.
„ 565 „ 1 v. u. l. **Schädelhöhlenastes** st. Schädelhöhlastes.
„ 569 Ueberschrift l. **2. Nervensystem** st. 3.
„ 569 Zeile 27 v. o. l. **Goodsir** st. Gondsir.
„ 592 „ 7 v. o. l. **Apterichthys** st. Opterichthys.
„ 618 in der Erklärung von Fig. 617 l. **Recessus** st. Processus.

